

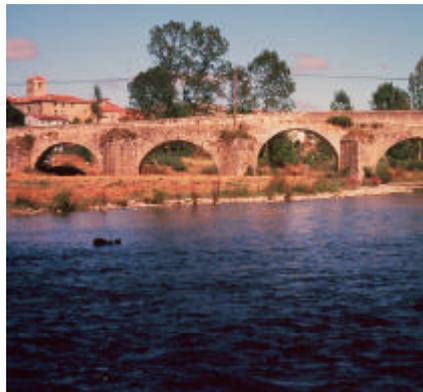


MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

# 2ª FASE DEL DISEÑO DE LA RED DE DIATOMEAS EN LA CUENCA DEL EBRO (2003)

## INFORME FINAL



**J. CAMBRA, J. GOMÀ, V. HUCK y L. ECTOR**

Dept. de Biología Vegetal.  
Universidad de Barcelona  
Av. Diagonal 645, 08028  
Barcelona

Cellule de Recherche en Environnement et  
Biotechnologies. CRP-Gabriel Lippmann  
162a, Av. de la Faïencerie. L-1511  
Luxembourg



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Centre de Recherche Public  
**Gabriel Lippmann**

## **Índice**

1. Introducción

2. Objetivos

3. Antecedentes

4. Metodología

4.1 Metodología de campo

4.2 Metodología de laboratorio

5. Resultados

5.1 Las diatomeas de la cuenca del Ebro

5.2 Calidad biológica de los ríos de la cuenca del Ebro

5.3 Comparativa de los datos entre los dos años de muestreo

6. Conclusiones

7. Bibliografía

## 1. Introducción

La aprobación de la Directiva 60/2000 por la Unión Europea, está suponiendo un cambio radical en el seguimiento de la calidad de las aguas. Antes del año 2015, los estados miembros deben haber conseguido el objetivo final de la Directiva: un buen estado ecológico en todas las aguas de la cuenca hidrográfica.

Para la determinación del estado ecológico de las aguas se establece una relación de indicadores biológicos, en ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras y aguas artificiales o muy modificadas.

Para cada uno de dichos indicadores está previsto que se estudie la abundancia y la composición de especies y en el caso de la fauna ictiológica, también la estructuras de las clases de edad.

Las diatomeas son un grupo de algas unicelulares, que forman parte de la microflora béntica y perifítica de los medios acuáticos. Colonizan todos los medios acuáticos formando una parte importante del fitoplancton, aunque también pueden vivir fijas a sustratos o depositadas sobre los fondos. Las variaciones estacionales y anuales de las condiciones ambientales determinan las fluctuaciones de las poblaciones de estas algas, cuyo desarrollo depende de la temperatura, la intensidad luminosa, las características hidráulicas y las características físico químicas de las aguas. Dada su gran diversidad, su carácter cosmopolita y su gran sensibilidad a la contaminación, los índices bióticos de diatomeas bénticas, son entre los indicadores biológicos vegetales, los más utilizados en Europa para evaluar la calidad de las aguas.

Desde los años 80 varios países europeos han utilizado las diatomeas para determinar la calidad de las aguas de sus ríos, especialmente Alemania, Austria, Francia, Polonia, Suiza y Reino Unido, que han desarrollado redes de diatomeas y grupos de trabajo en sus países. La Agencia Ambiental Americana (EPA) estableció en los años 80 una red de diatomeas por todo el país, con óptimos resultados. Estos grupos de trabajo han desarrollado verdaderos esfuerzos para mejorar la calidad de los métodos de muestreo, las claves de determinación de especies, cálculo de índices y software de apoyo. Las algas han encontrado su lugar como herramienta para la biomonitorización de la contaminación de las aguas, ofreciendo ventajas frente al uso de macroinvertebrados.

Existen varios índices biológicos que utilizan diatomeas para la clasificación de la calidad del agua de ríos. Entre ellos, destaca el Índice Biológico de Diatomeas (IBD) homologado (AFNOR, 2000. NF T 90-354) e integrado en el marco biológico del Sistema de Evaluación de la Calidad del Aguas (SEQbio) Este índice, implantado entre otros países, en todas las cuencas hidrográficas de Francia, permite:

- evaluar la calidad biológica global de los ríos
- revisar la evolución temporal de la calidad de una estación
- estudiar la degradación de la calidad biológica de los ríos
- evaluar las consecuencias de una perturbación en el medio acuático.

El índice, como propone la Directiva 60/2000 integra cinco posibles calidades del agua, que quedan reflejadas en mapas por colores.

La Confederación Hidrográfica del Ebro ha apostado por la continuidad del estudio de la calidad biológica de los ríos de la cuenca del Ebro mediante la utilización de las diatomeas como biosensores. El primer muestreo demostró la aplicabilidad de las diatomeas como indicadores en estos ríos y la idoneidad de ciertos índices desarrollados en Europa.

En este informe se presentan los resultados del segundo muestreo de la “Red de Diatomeas en la cuenca del Ebro” realizado el verano del 2003. Los objetivos de este segundo muestreo son consolidar la Red e iniciar una serie temporal de datos sobre la calidad de los ríos mediante índices diatómicos.

La red de puntos de muestreo ha variado respecto a la inicial, algunos puntos han sido eliminados y otros añadidos gracias a la información obtenida en el primer muestreo. En especial se han incrementado los puntos susceptibles de ser utilizados de referencia, incorporando a esta categoría puntos de la red ICA y añadiendo puntos nuevos. Asimismo, se han eliminado entre otros, aquellos que en el primer muestreo se hallaron secos. No obstante, se sigue cubriendo el amplio espectro de tipologías de ríos que contiene la cuenca.

Se han aplicado de nuevo los mismos índices diatómicos de calidad del agua para continuar con su evaluación y adaptación, así como para empezar con un seguimiento anual de la calidad de los ríos mediante estos índices; con el propósito de consolidarlos como herramientas de evaluación de la calidad biológica de los ríos de la cuenca del Ebro.

## 2. Objetivos

El objetivo final de este trabajo es diseñar la 2ª fase de la Red de Diatomeas en la cuenca del Ebro, que dé cumplimiento a las obligaciones impuestas por la Directiva 60/2000 y clasifique la cuenca en cinco categorías de calidad.

La 1ª fase de la Red de Diatomeas se desarrolló en el verano 2002 y tuvo como resultado un diseño provisional de estaciones de muestreo que deben ser contrastadas. Las características de este grupo taxonómico exigen que su clasificación la lleven a cabo expertos diatomólogos, ya que requiere llegar a especie y, en ocasiones recurrir a técnicas precisas de microscopía electrónica.

Los objetivos concretos de esta segunda fase (año 2003) son los siguientes:

1. Recogida de muestras bentónicas (epilíton) en los ríos de la cuenca del Ebro, en las estaciones de control de la Red Integrada de Calidad de las Aguas superficiales (ICA) y en las estaciones de Referencia.
2. Tratamiento químico de las muestras de epilíton y montaje de preparaciones permanentes de diatomeas con un medio de montaje de alta resolución (*Naphrax*).
3. Identificación taxonómica de las especies de diatomeas, utilizando la bibliografía estándar actualizada (*Süsswasserflora von Mitteleuropa*, *Diatoms of Europe*, *Iconografía Diatomológica*, *Diatom Research*).
4. Realización de inventarios cuantitativos a partir del recuento de 400 frústulos/valvas mínimo por muestra y verificación de las identificaciones de diatomeas entre los dos grupos de trabajo (C.R.P. y U.B.) y ensayo de intercalibración en algunas estaciones de control del Ebro (ver Anexo II).
5. Cálculo de diferentes índices de diatomeas (IPS, IBD, CEE, etc.) para las 141 muestras, con la última versión del software OMNIDIA (<http://perso.club-internet.fr/clci/>).
6. Evaluación de la aplicabilidad de los índices de diatomeas europeos existentes (por ejemplo: IPS, IBD, CEE) en función de las especies encontradas en la cuenca del Ebro y elección del **mejor índice** europeo para la elaboración de los mapas de calidad biológica de la cuenca del Ebro.
7. Resumen del trabajo para publicación en una revista de divulgación.

### 3. Antecedentes

Las Confederaciones Hidrográficas de España, junto con el Ministerio de Medio Ambiente se han interesado en los últimos años por la evaluación de la calidad del agua mediante el uso de diatomeas a causa de la proximidad de la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua. La extensa utilización de este grupo de algas como indicadoras y los numerosos estudios realizados en Europa han fomentado este interés. Así como los estudios pioneros en la península, entre ellos el iniciado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, el primero de gran envergadura en nuestro territorio.

Así, se han iniciado toda una serie de trabajos referentes a este tema en España: la Confederación Hidrográfica del Ebro; del Júcar, del Norte, del Duero, del Guadiana y Guadalquivir (muy recientemente), el estudio de los ríos de Aragón encargado por la Dirección General de Aragón; en el País Vasco y el realizado en los ríos de Cataluña por la Agencia Catalana del Agua los veranos del 2001 y el 2002.

En el 2002 se ha publicado el libro "***Freshwater diatoms from Peninsula Iberica (Spain, Portugal, Canarias, Baleares). Distribution and updated taxonomy***" de los autores Aboal, M., Álvarez-Cobelas, M., Ector, L. y Cambra, J., publicado en ***Diatom Monographs*** 4. Verlag K.G. Vaduz. Este libro es una ***check-list*** de los taxones encontrados hasta la fecha de su publicación en la península Ibérica. Una herramienta muy útil para los trabajos de seguimiento de la calidad del agua mediante las diatomeas.

La información actual sobre las diatomeas de agua dulce es bastante extensa, tanto desde el punto de vista ecológico, como taxonómico. Así, muchos trabajos realizados con diatomeas por toda Europa (Kelly & Whitton, 1995; Kelly *et al.*, 1995, 1998; Lafont *et al.*, 1988, Lange-Bertalot, 1979; Leconte *et al.*, 1993, 1999; Leclercq & Maquet, 1987; Lenoir & Coste, 1996; Prygiel, 1994; Prygiel & Coste, 1999; Prygiel *et al.*, 1996; Muñoz & Prat, 1994, Merino *et al.*, 1994; Eloranta, 1999; Coring, 1997; Kwadrans *et al.*, 1997; Dell'Uomo, 1997; Eloranta & Andersson, 1998; Steinberg & Schiefele, 1988; Van de Vijver & Beyens, 1998; Van Dam *et al.*, 1994), han permitido que exista casi una veintena de métodos para analizar la calidad biológica del agua basados en las diatomeas bentónicas. Éstas difieren entre sí en las regiones estudiadas, la formulación y en el análisis estadístico utilizado (Prygiel, 1996). En Europa, desde hace tiempo se están publicando una serie de artículos científicos sobre el estado de conocimiento de las algas bioindicadoras en los libros Use of Algae for Monitoring Rivers y en el artículo de Prygiel *et al.* (1999) se da una amplia información sobre el estado actual del tema en Europa. En especial en Francia, hace años que las Agencias del Agua y las administraciones responsables de la gestión del agua están realizando seguimientos de la calidad biológica del agua de los ríos mediante las comunidades bentónicas de diatomeas:

<http://perso.club-internet.fr/clci/activites.htm>,  
[http://perso.club-internet.fr/clci/gis\\_diatomeesADLaF.htm](http://perso.club-internet.fr/clci/gis_diatomeesADLaF.htm).

[http://perso.club-internet.fr/clci/gis\\_diatomeesADLaF.htm](http://perso.club-internet.fr/clci/gis_diatomeesADLaF.htm)

Estos estudios han proporcionado una cantidad muy importante de información que ha permitido mejorar los índices de calidad que utilizan diatomeas bentónicas. En la actualidad, diversas regiones europeas disponen ya de una larga serie de mapas de calidad biológica realizados a partir de las redes de control con diatomeas basadas en estos índices, por ejemplo en Francia el índice normalizado IBD (<http://www.rnde.tm.fr/>).

En España, la realización de mapas de calidad biológica mediante diatomeas bentónicas es aún muy escasa. No obstante, ya se están acumulando datos interesantes en la cuenca del Ebro y en Cataluña, donde además se ha elaborado un protocolo metodológico para la recolección y tratamiento de las diatomeas, así como se ha propuesto y aceptado la utilización del índice IPS como mejor indicador de la calidad del agua en los ríos catalanes. Paralelamente, también se ha iniciado la tipificación de las comunidades de diatomeas en las diferentes estaciones de Referencia en las ecoregiones que se definen en cada cuenca.

## 4. Metodología

### 4.1 Metodología de campo

El estudio de la calidad del agua mediante diatomeas bentónicas se ha efectuado en 141 estaciones de muestreo (Tabla 4): 125 de la red ICA, de las cuales 16 se han incluido en la lista de referencia junto a otras 16 fuera de la red ICA, distribuidas por toda la cuenca del Ebro. Los muestreos se realizaron durante el mes de agosto del año 2003.

En el listado de localidades del 2003 ha variado de las realizadas el verano del 2002. Hay 126 localidades comunes, muestreadas en ambos años, y hay 76 localidades que han sido muestreadas solo en uno de los dos años. En la tabla 1 se presentan estas 76 localidades

Tabla 1. Localidades muestreadas solo uno de los dos años.

<b>Localidades exclusivas del año 2002</b>			
<b>ICA</b>	<b>Nombre</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>
1	EBRO EN MIRANDA	BURGOS	MIRANDA DE EBRO
9	JALÓN EN HUERMEDA	ZARAGOZA	CALATAYUD
11	EBRO EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA
17	CINCA EN FRAGA	HUESCA	FRAGA
27	EBRO EN TORTOSA	TARRAGONA	TORTOSA
60	ARBA EN GALLUR	ZARAGOZA	TAUSTE
87	JALÓN EN GRISEN	ZARAGOZA	ALAGÓN
89	GÁLLEGO EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA
105	HUERVA EN E. MEZALLOCHA	ZARAGOZA	MEZALLOCHA
120	EBRO EN MENDAVIA (DER. C. LODOSA)	NAVARRA	LODOSA
163	EBRO EN ASCO	TARRAGONA	ASCO
165	BAYAS EN MIRANDA	BURGOS	MIRANDA DE EBRO
179	ZADORRA EN VITORIA TRESPUENTES	ALAVA	IRUÑA DE OCA
184	MANUBLES (Jalón) EN ATECA	ZARAGOZA	ATECA
189	ORONCILLO EN ORÓN	BURGOS	MIRANDA DE EBRO
208	EBRO EN CONCHAS DE HARO	LA RIOJA	HARO
211	EBRO EN PRESA PINA	ZARAGOZA	EL BURGO DE EBRO
219	SEGRE EN TORRES DE SEGRE	LERIDA	TORRES DE SEGRE
221	SUBIALDE EN LARRINOA	ALAVA	CIGOITIA
239	EGA EN ALLO	NAVARRA	MORENTIN
501	EBRO EN VIANA	NAVARRA	VIANA
535	ALHAMA EN AGUILAR	LA RIOJA	AGUILAR DEL RIO ALHAMA
536	ARBA DE LUESIA EN A. LUGAR	ZARAGOZA	TAUSTE
<b>Localidades exclusivas del año 2002</b>			
<b>ICA</b>	<b>Nombre</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>
551	FLUMEN EN A. TIERZ	HUESCA	QUICENA

561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	HUESCA	CALDEARENAS
562	CINCA EN MONZÓN (aguas abajo)	HUESCA	MONZÓN
563	EBRO EN CAMPREDÓ	TARRAGONA	TORTOSA
564	ZADORRA EN SALVATIERRA	ALAVA	BARRUNDIA
565	HUERVA EN ZARAGOZA (Fte. De La Junquera)	ZARAGOZA	ZARAGOZA
566	CINCA EN TORRENTE DE CINCA	HUESCA	TORRENTE DE CINCA
567	JALÓN EN URREA	ZARAGOZA	URREA DE JALÓN
568	EBRO EN FILX	TARRAGONA	FLIX
569	ARAQUIL EN ALSASUA	NAVARRA	JURDIAIN
571	EBRO EN LOGROÑO -VAREA	LA RIOJA	LOGROÑO
572	EGA EN ARINZANO	NAVARRA	ABERIN
574	NAJERILLA EN NÁJERA (Aguas abajo)	LA RIOJA	NÁJERA
576	CINCA EN POMAR	HUESCA	SAN MIGUEL DEL CINCA
577	ARGA EN PUENTE LA REINA	NAVARRA	PUENTE LA REINA
578	EBRO EN MIRANDA (Aguas arriba)	BURGOS	MIRANDA DE EBRO
579	ZADORRA EN VILLODAS	ALAVA	RUÑA DE OCA
605	EBRO EN AMPOSTA	TARRAGONA	AMPOSTA
<b>Puntos de referencia</b>			
<b>ICA</b>	<b>Nombre</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>
50R	ARAGON EN MURILLO	NAVARRA	EL FRUTO
89R	GÁLLEGO EN EMBALSE DE SABIÑANIGO	HUESCA	
102R	SEGRE BALAGUER	LERIDA	BALAGUER
124R	CINCA EN MONZÓN	HUESCA	MONZÓN
125R	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	HUESCA	ALBALATE DE CINCA
192R	ALHAMA EN VENTAS DEL BAÑO	LA RIOJA	CERVERA DEL RIO ALHAMA
225R	AGUAS VIVAS EN BLESA	HUESCA	BIESCAS
234R	GUADALOPE EN ALIAGA	LERIDA	CORBINS
341R	RUDRÓN EN VALDELAJEJA	BURGOS	VALDELAJEJA
393R	ERRO EN SOROGAIN	NAVARRA	SOROGAIN
418R	BARROSA EN FRONTERA	HUESCA	BIELSA
448R	VERAL EN ZURIZA	HUESCA	ZURIZA
<b>Puntos secos</b>			
<b>ICA</b>	<b>Nombre</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>
84R	ZARAGOZA	BIOTA	Punto de referencia (no Red ICA)
354R	ZARAGOZA	MONREAL DE ARIZA	Punto de referencia (no Red ICA)
414	HUESCA	OLVENA	Punto Red ICA
518	LA RIOJA	SANTURDE	Punto Red ICA
541	LA RIOJA	BULBUENTE	Punto Red ICA
542	SORIA	AGREDA	Punto Red ICA
544	LERIDA	LA MOLSOA	Punto Red ICA
555	ZARAGOZA	LUMPIAQUE	Punto Red ICA

Localidades exclusivas del año 2003			
ICA	Nombre	Provincia	Municipio
121	EBRO EN FLIX	TARRAGONA	FLIX
210	EBRO EN RIBAROJA	TARRAGONA	RIBAROJA D'EBRE
<b>Puntos de referencia</b>			
585	MANUBLES EN MOROS	ZARAGOZA	MORÓS
587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	TERUEL	MAZALEÓN
600	BERGANTES EN FORCAL	CASTELLÓN	FORCALL
616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	HUESCA	FONZ
623	ALGÁS EN MAS DE BANETES	TERUEL	BECEITE
638	SON EN ESTERRI DE ANEU	LLEIDA	ALT ANEU
818	URROBI EN ERRO	NAVARRA	ERRO
114R	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	HUESCA	PUENTE DE MONTAÑANA
121R	CINCA EN LASPUÑA	HUESCA	PUERTOLAS
140R	ALCANADRE EN CURCE CRTRA AINSA	HUESCA	BOLTAÑA
141R	ALCANADRE EN LAS CELLAS	HUESCA	LASCELLAS-PONZANO
228R	MARTIN EN MARTIN DEL RIO	TERUEL	MARTÍN DEL RÍO
464R	ALGÁS EN BATEA	TARRAGONA	BATEA

Las muestras de diatomeas se han recogido exclusivamente de la comunidad bentónica epilítica, descartando siempre los sedimentos o el epifiton, ya que las comunidades de diatomeas que se desarrollan en estos substratos no son muy representativas. Otro elemento muy importante es que las muestras de diatomeas se han escogido a partir de piedras grandes situadas en el lecho del río, ya que en éstas encontramos una comunidad madura. Las comunidades idóneas, además, son las que se sitúan en las zonas más estables (sustratos inmóviles del río), a pesar de las crecidas de agua.

Además, las piedras adecuadas tienen que estar situadas donde la corriente de agua es importante, eludiendo las zonas donde el agua está quieta o remansos. Asimismo, es muy importante que el punto de muestreo esté bien iluminado, es decir, que no haya sombra del bosque de ribera, ni que tampoco haya ningún otro recubrimiento algal que el formado por las propias diatomeas, ya que las macroalgas podrían alterar el desarrollo de las comunidades de diatomeas epilíticas o favorecer la presencia de determinadas especies epifíticas como *Cocconeis pediculus*, que pueden hacer alterar la puntuación del índice.

Para el protocolo de recogida de muestras de perifiton es muy importante seguir las recomendaciones europeas sobre como recoger la muestra y que se contemplan en la norma CEN/TC 230 prEN 13946, publicada por la Comisión europea de Normalización (CEN, 2002). Una vez escogidas las piedras (un mínimo de 5) se procede a realizar un raspado de la parte superior de la piedra en una área mínima de 10 cm<sup>2</sup> (Fig. 1), preservando las células del epifiton en un frasco hermético que se fija inmediatamente con

formaldehído (dilución al 4%) y se etiqueta, haciendo constar el número o código de la muestra, fecha de la recogida, nombre del río y nombre del municipio.



Fig. 1. Raspado y recolección de muestras de diatomeas epilíticas.

Las muestras del perifiton se guardan en cajas, dentro de armarios para mantenerlas fuera de la acción directa de la luz, ya que así se preservan mejor. Las muestras han sido depositadas en los herbarios BCN del CEDOC (<http://www.ub.es/cedocbiv/>) y del CRP-Gabriel Lippmann (<http://www.crpql.lu>).

Aunque algunos puntos tuvieran alguno de estos problemas, se ha recogido muestra en todas las localidades, exceptuando las que estaban secas o que solamente presentaban charcas o aguas demasiado turbias.

Por lo que se refiere a los puntos de referencia, también en estas localidades había algunos ríos secos o bien las aguas eran inesperadamente demasiado eutróficas.

#### 4.2 Metodología de laboratorio

Siguiendo las normas europeas (CEN, 2001), las muestras recogidas fueron tratadas químicamente para conseguir suspensiones de frústulos de diatomeas limpios de materia orgánica, mediante oxidación con agua oxigenada al 33%, a la que se aplicó calor para acelerar la reacción. Se añadió después ácido clorhídrico para eliminar el carbonato cálcico que pudiera precipitar y dificultar el estudio de los frústulos. Se montaron preparaciones permanentes para ser observadas al microscopio óptico con la resina **Naphrax**<sup>®</sup>.

De cada preparación se identificaron al microscopio óptico las especies de diatomeas que había, se llegó al nivel taxonómico menor siempre que fue posible, y se contaron hasta un

total de 400 valvas. Los inventarios florísticos se introdujeron en el programa informático OMNIDIA que permite calcular los diferentes índices biológicos de calidad.

Los valores de calidad del agua se han obtenido a partir del cálculo de tres índices (IPS, IBD y CEE), asignando a cada punto el color que le corresponde su clase de calidad según el resultado de los índices. Los colores corresponden a una escala de 5 categorías que resume la puntuación de 20 valores que dan los índices:

Color					
Calidad del agua	Muy buena	Buena	Moderada	Mala	Muy mala
Valor del índice	20-17	17-13	13-9	9-5	5-0

## **5. Resultados**

### **5.1 Las diatomeas de la cuenca del Ebro**

En el estudio de las muestras recogidas en la campaña de muestreo del 2003 en la cuenca del Ebro se han identificado un total de 315 taxones (tabla 2). Se han destacado en **negrita** aquellos que tenían una abundancia superior al 5% en al menos una de las localidades estudiadas. Estos taxones son los que más influyen en el valor resultante de los índices.

El número de taxones hallados ha disminuido respecto el muestreo de 2002, donde se identificaron 347 taxones, dato que se puede relacionar con la disminución de los puntos estudiados este segundo año. La flora investigada en los dos años tiene numerosas especies coincidentes, como era esperable, con un total de 230 taxones hallados en ambos periodos. Sin embargo, hay 203 especies no coincidentes entre ambos años, concretamente en el 2002 se hallaron 118 taxones que no se han identificado de nuevo en el 2003 y en este último año se han identificado 85 no halladas en 2002 (tabla 3). Entre los dos años se han identificado 433 los taxones de diatomeas bentónicas para la cuenca del Ebro, y el elevado número de taxones no coincidentes indica que la flora de diatomeas de la cuenca aún es más amplia.

De entre los taxones más abundantes, más de un 5% en alguna localidad, que entre los dos años suman 134, la mitad coinciden en ser abundantes ambos años.

Parece haber pues aún bastante desconocimiento de la flora de la cuenca, así como una cierta variabilidad interanual en las comunidades de diatomeas. Para conocer las causas de esta variabilidad entre los dos años faltan datos, ya que dos muestreos son insuficientes para conjeturar y tan solo sirven para constatar el hecho. Estas diferencias observadas pueden ser debidas a diversos factores, como la variación de las localidades de muestreo, una variabilidad natural o las variaciones de la calidad del agua, entre otros factores.

Tabla 2. Listado de los 315 taxones de diatomeas identificados en la cuenca del Ebro durante la campaña de muestreo de verano del 2003. Los taxones en negrita tienen una abundancia relativa superior al 5 % al menos en uno de los puntos estudiados.

**Achnanthes atomus** Hustedt

*Achnanthes brevipes* Agardh var. *intermedia* (Kützing) Cleve

*Achnanthes conspicua* A. Mayer

*Achnanthes exigua* Grunow

**Achnanthes exilis** Kützing

*Achnanthes flexella* (Kützing) Brun

*Achnanthes hintzii* Lange-Bertalot & Krammer

*Achnanthes laevis* Oestrup

*Achnanthes minutissima* Kützing var. *robusta* Hustedt

*Achnanthes montana* Krasske

*Achnanthes rupestroides* Hohn

**Achnantheidium biasolettianum** (Grunow) Round & Bukhtiyarova

**Achnantheidium eutrophilum** (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

**Achnantheidium minutissima** (Kützing) Czarn. var. *affinis* (Grunow) Bukhtiyarova

**Achnantheidium minutissimum** (Kützing) Czarnecki

*Achnantheidium saphophila* (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova

**Achnantheidium straubianum** (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

*Actinocyclus normanii* (Greg.) Husted morphotype *subsalsus*

**Actinocyclus normanii** (Greg.) Hustedt

*Adlafia bryophila* (Petersen) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin

*Adlafia minuscula* (Grunow) Lange-Bertalot

*Amphipleura pellucida* Kützing

*Amphora libyca* Ehrenberg

*Amphora montana* Krasske

*Amphora ovalis* (Kützing) Kützing

**Amphora pediculus** (Kützing) Grunow

**Amphora veneta** Kützing

*Aneumastus stroesei* (Ostrup) Mann

*Bacillaria paradoxa* Gmelin

*Bacillaria paxillifera* (Müller) Hendey

**Brachysira neoexilis** Lange-Bertalot

*Brachysira procera* Lange-Bertalot & Moser

**Brachysira vitrea** (Grunow) Ross

*Caloneis alpestris* (Grunow) Cleve

*Caloneis amphibaena* (Bory) Cleve

**Caloneis bacillum** (Grunow) Cleve

*Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve

*Cavinula variostrata* (Krasske) Mann & Stickle

*Cocconeis disculus* (Schumann) Cleve

*Cocconeis neodiminuta* Krammer

*Cocconeis neothumensis* Krammer

*Cocconeis pediculus* Ehrenberg

**Cocconeis placentula** Ehrenberg

*Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *pseudolineata* Geitler

*Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow

*Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck

*Craticula ambigua* (Ehrenberg) Mann

*Craticula buderi* (Hustedt) Lange-Bertalot

*Craticula molestiformis* (Hustedt) Lange-Bertalot

*Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round

**Cyclostephanos invisitatus** (Hohn & Hellerman) Theriot Stoermer & Hakansson

*Cyclostephanos tholiformis* Stoermer, Hakansson & Theriot

**Cyclotella atomus** Hustedt

**Cyclotella atomus** var. *gracilis* Genkal & Kiss

**Cyclotella cyclopuncta** Hakansson & Carter

*Cyclotella distinguenda* Hustedt

*Cyclotella meduanae* Germain

**Cyclotella meneghiniana** Kützing

**Cyclotella ocellata** Pantocsek

*Cyclotella polymorpha* Meyer & Hakansson

**Cyclotella pseudostelligera** Hustedt

*Cyclotella radiosa* (Grunow) Lemmermann

*Cymatopleura solea* (Brebisson) Smith

**Cymbella affinis** Kützing

*Cymbella amphicephala* Naegeli

*Cymbella budayana* Pantocsek

*Cymbella cistula* (Ehrenberg) Kirchner

*Cymbella compacta* Ostrup

*Cymbella cymbiformis* Agardh

*Cymbella delicatula* Kützing

*Cymbella gracilis* (Ehrenberg) Kützing

**Cymbella helvetica** Kützing

*Cymbella lacustris* (Agardh) Cleve

*Cymbella lanceolata* (Ehrenberg) Van Heurck

*Cymbella parva* (Smith) Wolle

*Cymbella simonsenii* Krammer

*Cymbella subaequalis* Grunow

*Cymbella tumida* (Brebisson) Van Heurck

*Denticula subtilis* Grunow

**Denticula tenuis** Kützing

*Diadesmis confervacea* Kützing

*Diadesmis contenta* (Grunow) Mann

*Diadesmis gallica* var. *perpusilla* (Grunow) Lange-Bertalot

**Diatoma ehrenbergii** Kützing

*Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing

**Diatoma moniliformis** Kützing

*Diatoma tenuis* Agardh

**Diatoma vulgaris** Bory

*Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve

*Diploneis marginestriata* Hustedt

*Diploneis oblongella* (Naegeli) Cleve -Euler

*Diploneis oculata* (Brebisson) Cleve

*Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve

*Encyonema brevicapitatum* Krammer

*Encyonema caespitosum* Kützing

*Encyonema lacustre* (Agardh) F.W. Mills

**Encyonema minutum** (Hilse) Mann

*Encyonema prostratum* (Berkeley) Kützing

**Encyonema silesiacum** (Bleisch) Mann

*Encyonema ventricosum* (Agardh) Grunow

*Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) Krammer

*Encyonopsis falaisensis* (Grunow) Krammer

***Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer**

*Encyonopsis minuta* Krammer & Reichardt

*Entomoneis alata* Ehrenberg

*Entomoneis paludosa* (Smith) Reimer

***Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot**

***Eolimna subminuscula* (Manguin) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin**

*Epithemia adnata* (Kützing) Brebisson

*Eucocconeis flexella* (Kützing) Brun

*Eunotia arcus* Ehrenberg

*Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & Mann

*Fallacia subhamulata* (Grunow) Mann

***Fistulifera saprophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot**

***Fragilaria arcus* (Ehrenberg) Cleve**

*Fragilaria capucina* Desmazieres

*Fragilaria capucina* Desmazieres var. *septentrionalis* (Oestrup) Lange-Bertalot

*Fragilaria capucina* Desmazieres ssp. *austriaca* (Grunow) Lange-Bertalot

*Fragilaria capucina* Desmazieres ssp. *rumpens* (Kützing) Lange-Bertalot

*Fragilaria capucina* Desmazieres var. *mesolepta* (Rabenhorst) Rabenhorst

***Fragilaria capucina* Desmazieres var. *perminuta* (Grunow) Lange-Bertalot**

*Fragilaria capucina* Desmazieres var. *gracilis* (Oestrup) Hustedt

***Fragilaria capucina* Desmazieres var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot**

*Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow f. *venter* (Ehrenberg) Hustedt

*Fragilaria construens* f. *binodis* (Ehrenberg) Hustedt

*Fragilaria crotonensis* Kitton

***Fragilaria elliptica* Schumann**

*Fragilaria famelica* (Kützing) Lange-Bertalot

*Fragilaria fasciculata* (Agardh) Lange-Bertalot

*Fragilaria gracilis* Østrup

*Fragilaria nanana* Lange-Bertalot

*Fragilaria parasitica* (Smith) Grunow

***Fragilaria tenera* (Smith) Lange-Bertalot**

*Fragilaria ulna* (Nitzsch.) Lange-Bertalot

*Fragilaria ulna* (Nitzsch.) Lange-Bertalot var. *acus* (Kützing) Lange-Bertalot

*Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni

*Geissleria acceptata* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin

*Geissleria decussis* (Ostrup) Lange-Bertalot & Metzeltin

*Geissleria ignota* (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin

*Gomphonema acuminatum* Ehrenberg

*Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst

***Gomphonema angustivalva* Reichardt**

*Gomphonema augur* Ehrenberg

*Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt

*Gomphonema gracile* Ehrenberg

***Gomphonema lateripunctatum* Reichardt & Lange-Bertalot**

*Gomphonema micropus* Kützing

***Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh**

***Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson**

*Gomphonema olivaceum* var. *olivaceoides* (Hustedt) Lange-Bertalot

***Gomphonema parvulum* Kützing**

*Gomphonema parvulum* var. *exilis* Grunow

*Gomphonema procerum* Reichardt & Lange-Bertalot

***Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot**

*Gomphonema pumilum* var. *elegans* Reichardt & Lange-Bertalot

***Gomphonema tergestinum* (Grunow) Fricke**

*Gomphonema truncatum* Ehrenberg

***Gomphosphenia lingulatiformis* (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot**

*Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst

*Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Cleve

***Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer**

*Gyrosigma parkerii* (Harrison) Elmore

*Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve

*Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow

*Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

*Hippodonta hungarica* (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

*Karayevia clevei* (Grunow) Round & Bukhtiyarova

*Karayevia laterostrata* (Hustedt) Round & Bukhtiyarova

*Kolbesia ploenensis* (Hustedt) Round & Bukhtiyarova

*Luticola cohnii* (Hilse) Mann

***Luticola goeppertiana* (Bleisch) Mann**

*Luticola nivalis* (Ehrenberg) Mann

*Luticola ventricosa* (Kützing) Mann

*Mastogloia smithii* Thwaites

*Mayamaea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot

***Mayamaea atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot**

*Melosira varians* Agardh

***Meridion circulare* (Greville) Agardh**

*Navicula amabilis* Hustedt

*Navicula antonii* Lange-Bertalot

*Navicula arvensis* Hustedt

***Navicula atomus* (Kützing) Grunow**

***Navicula capitatoradiata* Germain**

*Navicula caterva* Hohn & Hellerman

*Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs

*Navicula cryptocephala* Kützing

***Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot**

*Navicula cryptotenelloides* Lange-Bertalot

*Navicula duerrenbergiana* Hustedt

*Navicula erifuga* Lange-Bertalot

*Navicula exilis* Kützing

*Navicula germanii* Wallace

***Navicula gregaria* Donkin**

*Navicula helensis* Schulz

***Navicula hintzii* Lange-Bertalot**

*Navicula hustedtii* Krasske

*Navicula joubaudii* Germain

***Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg**

*Navicula lenzii* Hustedt

*Navicula lundii* Reichardt

*Navicula menisculus* Schumann

***Navicula menisculus* Schumann var. *grunowii* Lange-Bertalot**

*Navicula microcari* Lange-Bertalot

*Navicula novaesiberica* Lange-Bertalot

*Navicula pseudoanglica* Lange-Bertalot

*Navicula pseudotenelloides* Krasske

*Navicula pusilla* Smith

*Navicula radiosa* Kützing

***Navicula recens* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**

***Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot**

*Navicula rostellata* Kützing

*Navicula schroeteri* Meister

*Navicula subalpina* Reichardt

*Navicula subrotundata* Hustedt

*Navicula symmetrica* Patrick

**Navicula tripunctata**(Müller) Bory

*Navicula trivialis* Lange-Bertalot

*Navicula variostrata* Krasske

*Navicula veneta* Kützing

*Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg

**Nitzschia acicularis** (Kützing) Smith

**Nitzschia amphibia** Grunow

*Nitzschia amplexans* Hustedt

*Nitzschia angustata* Grunow

*Nitzschia angustatula* Lange-Bertalot

**Nitzschia archibaldii** Lange-Bertalot

**Nitzschia aurariae** Cholnok

*Nitzschia brevissima* Grunow

**Nitzschia bulnheimiana** (Rabenhorst) Smith

*Nitzschia calida* Grunow

**Nitzschia capitellata** Hustedt

*Nitzschia clausii* Hantzsch

*Nitzschia communis* Rabenhorst

*Nitzschia constricta* (Kützing) Ralfs

**Nitzschia denticula** Grunow

*Nitzschia desertorum* Hustedt

**Nitzschia dissipata** (Kützing) Grunow

*Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow var. *media* (Hantzsch.) Grunow

*Nitzschia draveillensis* Coste & Ricard

*Nitzschia dubia* Smith

*Nitzschia elegantula* Grunow

*Nitzschia filiformis* (Smith) Van Heurck

**Nitzschia filiformis** var. *conferta* (Richter) Lange-Bertalot

**Nitzschia fonticola** Grunow

*Nitzschia fossilis* Grunow

**Nitzschia frustulum** (Kützing) Grunow

*Nitzschia gessneri* Hustedt

*Nitzschia gracilis* Hantzsch

*Nitzschia heufferiana* Grunow

**Nitzschia inconspicua** Grunow

*Nitzschia intermedia* Hantzsch ex Cleve & Grunow

*Nitzschia lacuum* Lange-Bertalot

*Nitzschia liebetruthii* Rabenhorst

*Nitzschia linearis* (Agardh) Smith

*Nitzschia linearis* (Agardh) Smith var. *subtilis* (Grunow) Hustedt

*Nitzschia linearis* (Agardh) Smith var. *tenuis* (Smith) Grunow

**Nitzschia microcephala** Grunow

**Nitzschia palea** (Kützing) Smith

**Nitzschia palea** (Kützing) W. Smith var. *debilis* (Kützing) Grunow

*Nitzschia palea* (Kützing) Smith var. *tenuirostris* Grunow

*Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow

*Nitzschia paleaeformis* Hustedt

*Nitzschia perminuta* (Grunow) Peragallo

*Nitzschia pusilla* (Kützing) Grunow

*Nitzschia recta* Hantzsch

*Nitzschia sigma* (Kützing) Smith

*Nitzschia sinuata* (Thwaites) Grunow var. *delognei* (Grunow) Lange-Bertalot

*Nitzschia sinuata* (Thwaites) Grunow var. *tabellaria* Grunow

**Nitzschia sociabilis** Hustedt

*Nitzschia solgensis* Cleve-Euler

*Nitzschia solita* Hustedt

*Nitzschia subtilis* Grunow

**Nitzschia supralitorea** Lange-Bertalot

*Nitzschia thermaloides* Hustedt

**Nupela imperfecta** (Schimanski) Lange-Bertalot

*Nupela schoemianiana* Lange-Bertalot

*Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve

*Pinnularia obscuriformis* Krammer

*Plagiogramma laevis* (Gregory) Ralfs

*Planothidium ellipticum* (Cleve) Round & Bukhtiyarova

**Planothidium frequentissimum** (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova

**Planothidium lanceolatum** (Brebison) Round & Bukhtiyarova

*Planothidium rostratum* (Oestrup) Lange-Bertalot

*Pleurosigma elongatum* Smith

*Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compere

*Psammothidium bioretii* (Germain) Bukhtiyarova et Round

*Psammothidium daonense* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

*Pseudostaurosira breviestriata* (Grunow) Williams & Round

**Reimeria sinuata** (Gregory) Kocioleck & Stoermer

**Reimeria uniseriata** Sala Guerrero & Ferrario

**Rhoicosphenia abbreviata** (Agardh) Lange-Bertalot

*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Muller

*Sellaphora laevis* (Kützing) Mann

*Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky

*Sellaphora pupula* Kützing var. *mutata* (Krasske) Hustedt

**Sellaphora seminulum** (Grunow) Mann

*Sellaphora stroemii* (Hustedt) Mann

**Skeletonema potamos** (Weber) Hasle

*Stauroneis smithii* Grunow

*Staurosira construens* (Ehrenberg) var. *binodis* (Ehrenberg) Hamilton

*Staurosira construens* Ehrenberg f. *subsalina* (Hustedt) Bukhtiyarova

*Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) Williams & Round

**Stephanodiscus hantzschii** fo. *tenuis* (Hustedt) Hakansson et Stoermer

**Stephanodiscus hantzschii** Grunow

*Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve & Moller

*Surirella angusta* Kützing

*Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot

*Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Krammer & Lange-Bertalot

*Surirella striatula* Turpin

*Surirella suecica* Grunow

**Tabellaria flocculosa** (Roth) Kützing

**Thalassiosira weissflogii** (Grunow) Fryxell & Hasle

*Tryblionella apiculata* Gregory

*Tryblionella hungarica* (Grunow) Mann

*Tryblionella levidensis* Smith

Tabla 3. Listado de los taxones de diatomeas identificados solo en uno de los dos años de muestreo. Los taxones en negrita tenían una abundancia relativa superior al 5 % al menos en uno de los puntos estudiados.

### Solo identificadas el verano 2002

*Achnanthes engelbrechtii* Chlonoky  
*Achnanthes ploenensis* Hustedt var. *gessneri* (Hustedt) Lange-Bertalot  
*Achnanthes trinodis* (Smith) Grunow  
***Achnantheidium alteragracillima* (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova**  
***Achnantheidium caledonica* Lange-Bertalot**  
***Achnantheidium catenatum* (Bily & Marvan) Lange-Bertalot**  
*Achnantheidium exilis* (Kützing) Round & Bukhtiyarova  
***Achnantheidium latecephalum* Kobayasi**  
***Achnantheidium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot**  
*Adlafia mi nuscula* var. *muralis* (Grunow) Lange-Bertalot  
*Adlafia suchlandtii* (Hustedt) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin  
*Amphora inariensis* Krammer  
*Amphora normanii* Rabenhorst  
*Amphora thumensis* (Mayer) Cleve-Euler  
***Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen**  
***Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen**  
*Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen var. *tenuissima* (Grunow) Simonsen  
*Aulacoseira subartica* (Muller) Haworth  
*Caloneis schumanniana* (Grunow) Cleve var. *biconstricta* (Grunow) Reichelt  
*Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg  
*Cavinula cocconeiformis* (Gregory) Mann & Stickle  
*Cavinula intractata* (Hustedt) Lange-Bertalot  
*Craticula accomoda* (Hustedt) Mann  
*Craticula cuspidata* (Kützing) Mann  
*Craticula halophila* (Grunow) Mann  
*Ctenophora pulchella* (Ralfs) Williams & Round  
*Cyclotella oligactis* (Ehrenberg) Ralfs  
*Cymatopleura elliptica* (Brebisson) Smith  
*Cymbella incerta* (Grunow) Cleve  
*Cymbella laevis* Naegeli  
*Cymbella lange-bertalotii* Krammer  
*Cymbella naviculacea* Grunow  
*Cymbella naviculiformis* Auerswald  
*Cymbella neoleptoceros* Krammer  
***Cymbella rupicola* Grunow**  
*Cymbella turgidula* Grunow  
*Denticula kuetzingii* Grunow var. *rumrichae* Krammer  
*Diatoma problematica* Lange-Bertalot  
*Diploneis parma* Cleve  
*Diploneis pseudovalis* Hustedt  
*Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford  
*Encyonema neocaledonicum* (Manguin) Krammer  
*Encyonema neogracile* Krammer  
*Encyonema paucistriatum* (Cleve-Euler) Mann  
*Encyonema reichardtii* (Krammer) Mann  
*Encyonopsis latarea* (Maillard) Krammer  
*Eucoconeis laevis* (Oestrup) Lange-Bertalot  
*Eunotia arcubus* Nörpel & Lange-Bertalot  
*Fallacia helensis* (Schulz.) Mann  
*Fallacia tenera* (Hustedt) Mann  
*Fistulifera pelliculosa* (Brebisson) Lange-Bertalot  
*Fragilaria bidens* Heiberg  
*Fragilaria capucina* Desmazieres var. *radians* (Kützing) Lange-Bertalot

### Solo identificadas el verano 2003

*Achnanthes brevipes* Agardh var. *intermedia* (Kützing) Cleve  
*Achnanthes hintzii* Lange-Bertalot & Krammer  
*Achnanthes laevis* Oestrup  
*Achnanthes minutissima* Kützing var. *robusta* Hustedt  
*Achnanthes montana* Krasske  
***Achnantheidium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**  
*Actinocyclus normanii* (Greg.) Husted morphotype *subsalsus*  
*Bacillaria paradoxa* Gmelin  
*Brachysira procera* Lange-Bertalot & Moser  
*Caloneis alpestris* (Grunow) Cleve  
*Cavinula variostrata* (Krasske) Mann & Stickle  
*Cocconeis disculus* (Schumann) Cleve in Cleve & Jentsch  
*Cocconeis neodiminuta* Krammer  
*Cocconeis neothumensis* Krammer  
***Cocconeis placentula* Ehrenberg**  
*Cyclotella polymorpha* Meyer & Hakansson  
*Cymbella budayana* Pantocsek  
*Cymbella compacta* Ostrup  
*Cymbella cymbiformis* Agardh  
*Cymbella gracilis* (Ehrenberg) Kützing  
*Cymbella lacustris* (Agardh) Cleve  
*Cymbella parva* (Smith) Wolle  
*Cymbella simonsenii* Krammer  
*Diadesmis contenta* (Grunow ex V. Heurck) Mann  
*Diploneis marginestriata* Hustedt  
*Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve  
*Encyonema brevicapitatum* Krammer  
*Encyonema ventricosum* (Agardh) Grunow  
*Encyonopsis minuta* Krammer & Reichardt  
*Entomoneis alata* Ehrenberg  
*Fragilaria capucina* Desm. var. *septentrionalis* (Oestrup) Lange-Bertalot  
*Fragilaria capucina* Desmazieres var. *gracilis* (Oestrup) Hustedt  
*Fragilaria construens* f. *binodis* (Ehrenberg) Hustedt  
*Fragilaria crotonensis* Kitton  
***Fragilaria elliptica* Schumann (Staurosira)**  
*Fragilaria famelica* (Kützing) Lange-Bertalot var. *famelica*  
*Fragilaria gracilis* Østrup  
*Geissleria ignota* (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin  
*Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst  
***Gomphonema angustivalva* E. Reichardt**  
*Gomphonema augur* Ehrenberg  
*Gomphonema gracile* Ehrenberg  
*Gomphonema parvulum* var. *exilis* Grunow  
*Gomphonema procerum* Reichardt & Lange-Bertalot  
*Gomphonema pumilum* var. *elegans* Reichardt & Lange-Bertalot  
*Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst  
*Gyrosigma parkerii* (Harrison) Elmore  
*Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve  
*Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow 1880  
*Mastogloia smithii* Thwaites  
*Navicula amabilis* Hustedt  
***Navicula atomus* (Kützing) Grunow var. atomus**  
*Navicula duerrenbergiana* Hustedt in Schmidt et al.

## Solo identificadas el verano 2002

*Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow var. *subsalina* Hustedt  
*Fragilaria dilatata* (Brébisson) Lange-Bertalot  
*Fragilaria leptostauron* (Ehrenberg) Hustedt  
*Fragilaria parasitica* (Smith) Grunow var. *subconstricta* Grunow  
*Gomphonema clavatum* Ehrenberg  
*Gomphonema cymbelliclinum* Reichardt & Lange-Bertalot  
*Hippodonta avittata* (Cholnoky) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski  
*Kolbesia kolbei* (Hustedt) Round & Bukhtiyarova  
*Luticola kotschyi* (Grunow) Mann  
*Luticola mutica* (Kützing) Mann  
*Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot  
*Navicula angusta* Grunow  
*Navicula broetzii* Lange-Bertalot & Reichardt  
*Navicula cari* Ehrenberg  
*Navicula heimansioides* Lange-Bertalot  
*Navicula lacustris* Gregory  
*Navicula manni* Hagelstein  
*Navicula obsita* Hustedt  
*Navicula oligotraphenta* Lange-Bertalot & Hofmann  
*Navicula radiosafallax* Lange-Bertalot  
*Navicula restitua* Schmidt  
*Navicula rhyngocephala* Kützing  
*Navicula tenelloides* Hustedt  
*Navicula vandamii* Scoeman & Archibald  
*Navicula viridula* var. *germainii* (Wallace) Lange-Bertalot  
*Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg var. *rostellata* (Kützing) Cleve  
*Navicula wildii* Lange-Bertalot  
*Naviculadicta absoluta* (Hustedt) Lange-Bertalot  
*Neidium binodeforme* Krammer  
*Neidium dubium* (Ehrenberg) Cleve  
*Nitzschia bacilliformis* Hustedt  
*Nitzschia bergii* Cleve-Euler  
  
*Nitzschia bruno* Lange-Bertalot  
*Nitzschia fruticosa* Hustedt  
*Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst  
*Nitzschia modesta* Hustedt  
*Nitzschia parvula* Smith  
*Nitzschia reversa* Smith  
*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch.) Smith  
*Nitzschia sinuata* (Thwaites) Grunow  
*Nitzschia subacicularis* Hustedt  
*Nitzschia subcapitellata* Hustedt  
*Nitzschia sublinearis* Hustedt  
*Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot  
*Nitzschia vitraea* Norman var. *tenuistriata* Manguin ex Kociolek & Reviere  
*Pinnularia globiceps* Gregory  
*Pinnularia kuetzingii* Krammer  
*Pinnularia subcapitata* Gregory  
*Placoneis elginensis* (Gregory) Cox  
*Planothidium delicatulum* (Kützing) Round & Bukhtiyarova  
*Psammothidium lauenburgianum* (Hustedt) Bukhtiyarova & Round  
*Psammothidium subatomoides* (Hustedt) Bukhtiyarova & Round  
*Simonsenia delognei* Lange-Bertalot  
  
**Stausira construens** Ehrenberg  
**Stausira construens** Ehrenberg var. *venter* (Ehrenberg) Hamilton

## Solo identificadas el verano 2003

*Navicula helensis* Schulz  
**Navicula hintzii** Lange-Bertalot  
*Navicula hustedtii* Krasske  
*Navicula microcari* Lange-Bertalot  
*Navicula novaesiberica* Lange-Bertalot  
*Navicula pseudoanglica* Lange-Bertalot  
*Navicula pusilla* W. Smith  
*Navicula variostrata* Krasske  
*Nitzschia angustata* Grunow  
**Nitzschia bulnheimiana** (Rabenhorst) H.L. Smith  
*Nitzschia calida* Grunow  
*Nitzschia constricta* (Kützing) Raife  
*Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow var. *media* (Hantzsch.) Grunow  
*Nitzschia dubia* W.M. Smith  
*Nitzschia fossilis* Grunow  
*Nitzschia linearis* (Agardh) W.M. Smith var. *tenuis* (W. Smith) Grunow  
*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith var. *tenuirostris* Grunow in V. Heurck  
*Nitzschia perminuta* (Grunow) M. Peragallo  
*Nitzschia sinuata* (Thwaites) Grunow var. *delognei* (Grunow) Lange-Bertalot  
*Nitzschia subtilis* Grunow in Cleve et Grunow  
**Nupela imperfecta** (Schimanski) Lange-Bertalot  
*Pinnularia obscuriformis* Krammer  
*Plagiogramma laevis* (Gregory) Raife  
*Planothidium ellipticum* (Cl.) Round & Bukhtiyarova  
*Psammothidium daonense* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot  
*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Muller var. *gibba*  
*Sellaphora laevissima* (Kützing) D.G. Mann  
*Sellaphora pupula* Kützing var. *mutata* (Krasske) Hustedt  
*Stausira construens* Ehrenberg f. *subsalina* (Hustedt) Bukhtiyarova  
*Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve & Moller  
*Surirella striatula* Turpin sensu Schmidt  
**Tabellaria flocculosa** (Roth) Kützing

## Solo identificadas el verano 2002

***Stausosira elliptica* (Schumann) Williams & Round**

*Stephanodiscus neoastraea* Hakansson et Hickel

*Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot var. *punctata* Krammer

*Surirella linearis* Smith var. *helvetica* (Brun) Meister

*Surirella minuta* Brebisson

*Surirella ovalis* Brebisson

*Surirella terricola* Lange-Bertalot & Alles

*Thalassiosira lacustris* (Grunow) Hasle

*Tryblionella angustata* Smith

*Tryblionella calida* (Grunow) Mann

## 5.2 Calidad biológica de los ríos de la cuenca del Ebro

En las tablas 4 a 6 se presentan los valores de calidad del agua obtenidos por los tres índices calculados (IPS, IBD y CEE). En la primera se listan los resultados de los puntos de la red ICA y en la segunda las localidades consideradas *a priori* de referencia. En este segundo muestreo se incluyeron en esta categoría localidades de la red ICA.

Las distribuciones de los puntos de la cuenca estudiados en función de su calidad biológica (fig. 2) muestran valoraciones similares, en especial el IPS y el CEE. Las distribuciones de estos dos índices son prácticamente iguales, donde las categorías se escalonan de más a menos porcentaje desde la mejor calidad hasta las peores, con la excepción que el CEE valora ciertos puntos dentro de la peor categoría. El IBD tiene una distribución diferente con el máximo porcentaje de puntos en la categoría de calidad "Buena".

Clases de calidad	IPS	IBD	CEE
Muy buena	39,1 %	26,1 %	41,2 %
Buena	32,6 %	41 %	30,9 %
Moderada	17,4 %	21,7 %	19 %
Mala	10,9 %	11,6 %	6,6 %
Muy mala	0 %	0 %	2,2 %

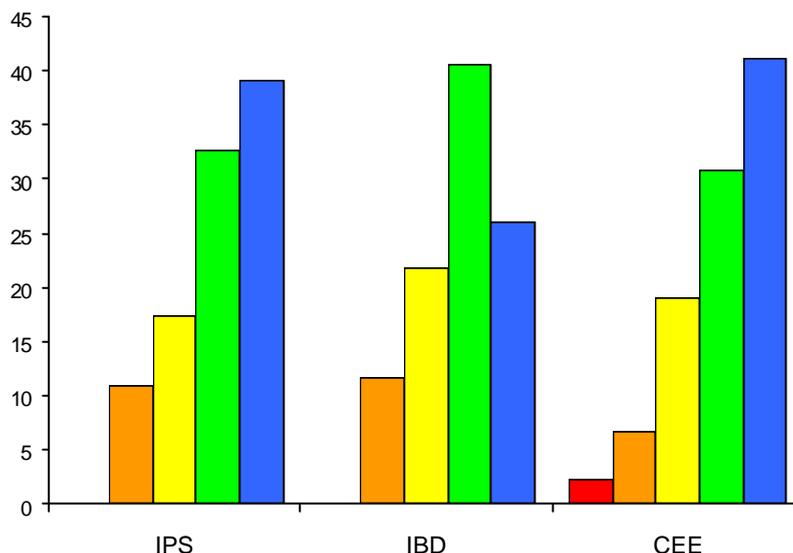


Fig 2. Distribución de las clases de calidad de los índices de calidad del agua IPS, IBD y CEE, porcentaje del total de puntos de la cuenca del Ebro y tabla de sus valores del muestreo de verano 2003.

Esta mayor coincidencia entre el IPS y el CEE en las valoraciones que realizan de los ríos estudiados se corrobora con las elevadas correlaciones entre ambos índices.

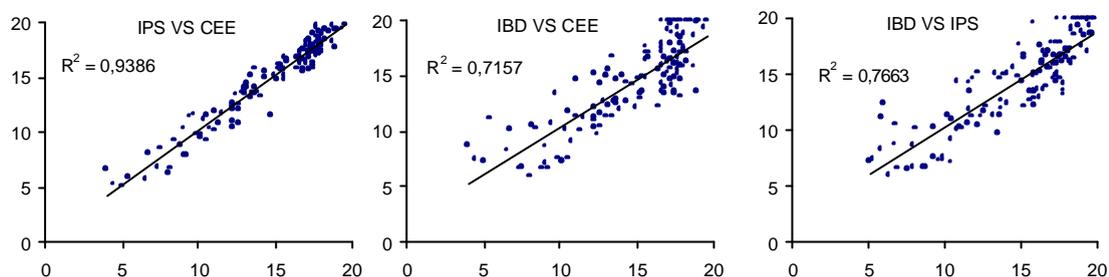


Fig 3. Correlaciones entre los índices IPS, IBD y CEE para el total de 138 puntos muestreados en la cuenca del Ebro el verano 2003.

A su vez, la figura 3 nos muestra un funcionamiento diferencial de los tres índices en lo que respecta al rango de valores que consiguen. Podemos ver de nuevo como el IPS y el CEE tienen valores muy similares pero en los valores máximos el CEE suele estar siempre por debajo del IPS. Las localidades mejor valoradas suelen estar dominadas por diversas especies que el CEE no tiene en cuenta en su cálculo, algunos ejemplos son *Achnanthydium biasoletianum* i *Encyonopsis microcephala*. Por otro lado puede observarse como el IBD en el rango inferior de valores, a partir del 7 aproximadamente, siempre valora por encima de los otros índices. Es en estos puntos donde dominan las pequeñas naviculaceas que el IBD no distingue, o especies no lo suficientemente bien valoradas por este, como son *Nitzschia palea* y *Navicula veneta*.

Para un análisis más cómodo de los resultados hemos realizado el mapa de calidad de los valores del IPS divididos en dos categorías: por encima o iguales al valor de IPS de 13, representados en azul, coincidiendo con los objetivos de calidad que marca la Directiva Europea Marco del Agua; y por debajo del valor de 13, representados en amarillo, y que incumplirían con lo estipulado por la Directiva (fig 4). También se representa la proporción de localidades en cada una de estas categorías, y se puede ver como para los puntos estudiados el verano del 2003 la proporción de estos dentro de la categoría azul es muy elevada, más del 71%, frente al 28 % de ellos que están por debajo del valor de 13 para el IPS.

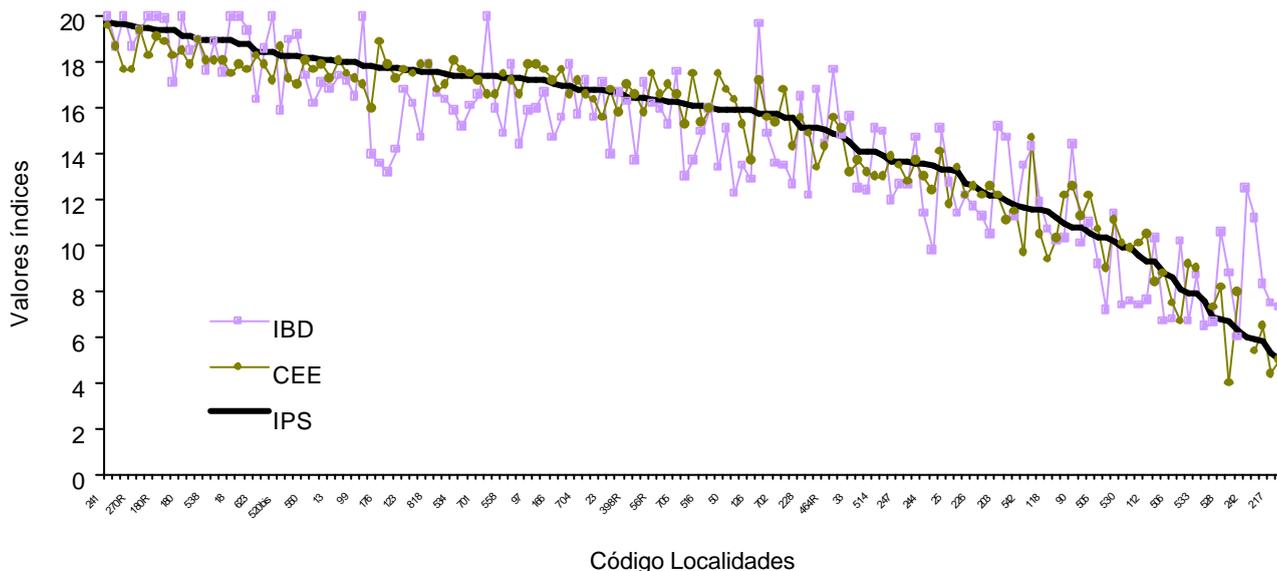
La distribución de los puntos que no alcanzan una buena calidad se hallan principalmente en el río Ebro, el cual a partir de la Rioja desciende a la categoría de calidad moderada y se mantiene en todo su curso hasta llegar al sistema de embalses Mequinenza, Ribaraja y Flix. Otros ríos con diversas localidades de su cuenca que presentan esta calidad insuficiente son el Arga y el Martín. También diversos ríos son insuficientemente

valorados en sus tramos finales, como el Zadorra, el Huerva, el Alhama, el Aragón y el Queiles.

Mención aparte merece la parte baja de la cuenca del Segre, en los tramos finales de Segre, Cinca y Alcanadre, donde hay un claro incremento de la calidad de agua respecto al verano del 2002 según las comunidades de diatomeas. Tan solo dos puntos se sitúan por debajo de la calidad deseada.

En general, la distribución de los puntos aptos y no aptos según la directiva es muy similar entre los dos años de muestreo, siguiendo las mismas tendencias, con puntos en buen estado en los tramos altos y medios de casi todos los ríos y disminuyendo en los tramos bajos, en especial en los ríos de zonas más pobladas o con agricultura intensa, a excepción de esta mejora de la subcuenca del Segre.

Fig. 4 Perfil de los tres índices utilizados en el total de puntos estudiados el verano 2003, ordenados siguiendo el orden decreciente de los valores del IPS.



De las 32 localidades que fueron propuestas previas al muestreo como referencias, 16 pertenecen a la Red ICA, y 9 de ellas ya fueron estudiadas en el primer muestreo de la cuenca. Las otras 16 son seleccionadas fuera de la Red, de nuevo en 10 de ellas se repite el muestreo. Los resultados han calificado estas localidades en su mayoría dentro de las categorías de “Muy Buena” y “Buena”. Los valores más altos se han dado en el grupo de localidades escogidas fuera de la Red ICA. Tan solo un punto dio menos de esa puntuación, quedándose en la categoría de “Mediocre” para los tres índices: el río Aragón en Sangüesa, y que por tanto es un punto que puede ser descartado como de referencia.

Otros dos puntos tuvieron puntuaciones bajas, por encima de 13 pero cercanos a este valor: el Irati en Liedena y el Manubles en Moros.

Tabla 4. Valores de los índices de calidad biológica del agua IPS, IBD y CEE. Relación de los puntos de la red ICA estudiados durante el verano 2003.

Código	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
2	EBRO EN CASTEJÓN	LA RIOJA	CASTEJÓN	9,9	7,6	9,9
3	EGA EN ANDOSILLA	NAVARRA	ANDOSILLA	10,4	7,2	9
4	ARGA EN FUNES	NAVARRA	FUNES	8,8	6,7	8,8
5	ARAGÓN EN CAPARROSO	NAVARRA	CAPARROSO	11,8	11,3	11,5
10	JILOCA EN DAROCA	ZARAGOZA	DAROCA	5,8	8,3	6,5
11b	EBRO EN ZARAGOZA (ALMOZARA)	ZARAGOZA	ZARAGOZA	6,9	6,66	7,3
14	MARTÍN EN HÚJAR	TERUEL	HÚJAR	8,1	10,2	6,7
15	GUADALOPE EN ALCAÑIZ	TERUEL	ALCAÑIZ	17,4	16,1	17,5
18	ARAGÓN EN JACA	HUESCA	JACA	19	20	17,5
22	VALIRA EN LA SEU D'URGELL	LERIDA	LA SEU D'URGELL	5,9	11,2	5,4
23	SEGRE EN LA SEU D'URGELL	LERIDA	ALAS y CERC	16,8	17,1	15,6
24	SEGRE EN LERIDA	LERIDA	LERIDA	11,6	11,9	10,5
25	SEGRE EN SERÒS	LERIDA	SERÒS	13,3	12,77	11,8
29	EBRO EN MEQUINENZA	ZARAGOZA	MEQUINENZA	13,7	12	13,9
32	GUATIZALEMA EN PERALTA	HUESCA	HUERTO	15,9	13,49	15,3
33	ALCANADRE EN PERALTA	HUESCA	PERALTA DE ALCOFEA	14,5	15,62	13,2
36	REGUA EN ISLALLANA	LA RIOJA	NALDA	17,9	20	17
38	NAJERILLA EN TORREMONTALBO	LA RIOJA	TORREMONTALBO	15,2	16,8	13,4
42	JILOCA EN CALAMOCHA	TERUEL	CALAMOCHA	15,6	12,7	14,3
50	TIRÓN EN CUZCURRITA	LA RIOJA	CUZCURRITA-RÍO TIRÓN	15,9	15,1	16,8
68	ARAQUIL EN ASIAÍN	NAVARRA	OLZA	9,3	10,3	8,4
71	EGA EN ESTELLA	NAVARRA	ESTELLA	16,2	13	15,3
74	ZADORRA EN ARCE	BURGOS	MIRANDA DE EBRO	12,4	11,3	12,2
85	UBAGUA EN RIEZU	NAVARRA	YERRI	16,8	17,2	16,6
90	QUEILES-VAL EN LOS FAYOS	ZARAGOZA	LOS FAYOS	10,8	14,4	12,6
92	NELA EN TRESPADERNE	BURGOS	TRESPADERNE	15,9	12,3	16,4
93	OCA EN OÑA	BURGOS	OÑA	15,2	12,2	14,9
96	SEGRE EN BALAGUER	LERIDA	BALAGUER	13,7	12,7	12,8
97	NOGUERA RIBAGORZANA EN PIÑANA	LERIDA	ALFARRÁS	17,2	15,9	17,9
99	GUADALOPE EN E. CASPE	ZARAGOZA	CASPE	18	16,5	17,3
101	ARAGÓN EN YESA	NAVARRA	YESA	18,3	19	17,3
112	EBRO EN SASTAGO	ZARAGOZA	SASTAGO	9,3	7,61	10,5
114	SEGRE EN PONTS	LERIDA	PONTS	15,8	14,9	15,6
118	MARTÍN EN OLIETE	TERUEL	OLIETE	11,5	10,7	9,4
121	EBRO EN FLIX	TARRAGONA	FLIX	6,3	6	8
123	GÁLLEGO EN ANZANIGO	HUESCA	LAS PEÑAS DE RIGLOS	17,7	16,8	17,7
126	JALÓN EN ATECA	ZARAGOZA	ATECA	15,9	12,9	13,7
152	ARGA EN E. EUGUI	NAVARRA	ESTERIBAR	18,3	19,2	17
159	ARGA EN HUARTE	NAVARRA	HUARTE	17	17,9	16,6

161	EBRO EN CERECEDA	BURGOS	OÑA	16,5	13,7	16,6
162	EBRO EN PIGNATELLI	NAVARRA	FONTELLAS	9,6	7,4	10,1
166	JEREA EN PALAZUELOS	BURGOS	TRESPADERNE	17,1	14,7	17,2
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>	<b>IPS</b>	<b>IBD</b>	<b>CEE</b>
169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	LERIDA	CAMARASA	18,5	20	17,2
176	MATARRAÑA EN NONASPE	ZARAGOZA	NONASPE	17,8	13,59	18,9
180	ZADORRA EN DURANA	ALAVA	ARRAZUA-UBARRUNDIA	19,2	20	18,5
197	LEZA EN RIBAFRECHA	LA RIOJA	LEZA DEL RIO LEZA	19,4	17,1	18,3
203	HIJAR EN REINOSA-ESPINILLA	CANTABRIA	HERMANDAD DE CAMPO DE SUSO	12,2	15,2	12,2
206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	LERIDA	RIBERA D'URGELLET	17,4	20	16,6
207	SEGRE EN TERMENS	LERIDA	TERMENS	14,8	14,8	15,1
210	EBRO EN RIBAROJA	TARRAGONA	RIBAROJA D'EBRE	14,1	12,53	13,7
214	ALHAMA EN ALFARO	LA RIOJA	ALFARO	5,1	7,3	5
216	HUERVA EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	6,7	8,8	4
217	ARGA EN ORORBIA	NAVARRA	OLZA	5,3	7,5	4,4
225	CLAMOR AMARGA EN ZAIDIN	HUESCA	ZAIDÍN	13,9	15	13
226	ALCANADRE EN ONTIÑENA	HUESCA	ONTIÑENA	12,6	11,7	12,6
227	FLUMEN EN SARIÑENA	HUESCA	SARIÑENA	14,1	12,4	13,2
228	CINCA EN MONZON	HUESCA	MONZÓN	15,2	16,5	15,6
238	ARANDA EN E. MAIDEVERA	ZARAGOZA	ARANDA DE MONCAYO	16,5	17,1	15,8
240	OJA EN CASTAÑARES	LA RIOJA	CASTAÑARES DE RIOJA	11,9	14,7	11,1
242	CIDACOS EN AUTOL	LA RIOJA	AUTOL	6	12,5	
243	ALHAMA EN FITERO	NAVARRA	CERVERA DEL RIO ALHAMA	11,6	14,3	14,7
244	JILOCA EN LUCO	TERUEL	CALAMOCHA	13,6	11,4	13
246	GÁLLEGO EN ONTINAR	ZARAGOZA	ZUERA	16,7	16,7	15,8
247	GÁLLEGO EN VILLANUEVA	ZARAGOZA	SAN MATEO DE GÁLLEGO	13,7	12,7	13,5
421	C. MONEGROS EN ALMUDEVAR	HUESCA	ALMUDEVAR	13,2	11,4	13,4
441	CINCA EN EL GRADO	HUESCA	EL GRADO	16,3	15,3	17
502	EBRO EN SARTAGUDA	NAVARRA	SARTAGUDA	12,2	10,5	12,6
503	EBRO EN SAN ADRIAN	NAVARRA	SAN ADRIAN	10,8	10,1	11,3
504	EBRO EN RINCÓN DE SOTO	LA RIOJA	RINCÓN DE SOTO	11,2	10,2	10,3
505	EBRO EN ALFARO	LA RIOJA	ALFARO	10,4	9,2	10,7
506	EBRO EN TUDELA	NAVARRA	TUDELA	8,6	6,8	7,5
507	CANAL IMPERIAL EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	7,6	6,5	
508	EBRO EN GALLUR	ZARAGOZA	GALLUR	13,5	9,77	12,4
509	EBRO EN REMOLINOS	ZARAGOZA	ALCALA DE EBRO	11	10,34	12,2
510	EBRO EN QUINTO	ZARAGOZA	QUINTO	7,9	6,7	9,2
511	EBRO EN BENIFALLET	TARRAGONA	BENIFALLET	10,2	11,38	11,1
512	EBRO EN XERTA	TARRAGONA	XERTA	10,5	11,04	12,2
513	NELA EN CIGÜENZA	BURGOS	VILLARCAYO	18	17,2	17,5
514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	BURGOS	MERINDAD DE MONTIJA	14,1	15,1	13
516	OROPESA EN PRADOLUENGO	BURGOS	PRADOLUENGO	16,1	15	15,4
519	ZADORRA EN E. ULLIVARRI	ALAVA	ARRAZUA-UBARRUNDIA	16,1	13,7	17,5
520	ADRÍN Y UROQUIOLA EN E. ALBINA	ALAVA	VILLAREAL DE ALAVA	19,7	18,7	18,7
523	NAJERILLA EN NÁJERA	LA RIOJA	NÁJERA	15,8	19,7	17,2
524	BCO CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA COGOLLA	LA RIOJA	SAN MILLÁN DE LA COGOLLA	17,2	16,7	17,7

525	INGLARES EN BERGANZO	ALAVA	PEÑACERRADA	16,8	15,6	16,4
528	JUBERA EN MURILLO DE RIO LEZA	LA RIOJA	LAGUNILLA DEL JUBERA	6,8	10,6	8,2
529	ARAGÓN EN CASTIELLO	HUESCA	JACA	18,5	18,6	17,9
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>	<b>IPS</b>	<b>IBD</b>	<b>CEE</b>
530	ARAGÓN EN MILAGRO	NAVARRA	MILAGRO	9,9	7,4	10,1
531	IRATI EN EZCAY	NAVARRA	ARTZE	18,8	20	17,9
532	RGTA. MAIRAGA EN E. MAIRAGA	NAVARRA	OLORIZ	17,6	14,7	17,9
533	ARGA EN MIRANDA DE ARGA	NAVARRA	MIRANDA DE ARGA	7,9	8,7	9
534	ALZANÍA EN E. URDALUR	NAVARRA	ZIORDIA	17,4	15,9	18,1
538	AGUAS LIMPIAS EN E. SARRA	HUESCA	SALLEN DE GÁLLEGO	19	17,63	18,1
539	AURIN EN ISIN	HUESCA	SABIÑÁNIGO	18,2	16,2	17,7
542	AGRAMONTE EN AGRAMONTE (AYO.)	ZARAGOZA	S. MARTIN DE LA VIRGEN DEL MONCAYO	11,7	13,5	9,7
543	ERR EN LLÍVIA	GIRONA	LLÍVIA	14,8	15,8	13,5
546	BCO. SANTA ANNA EN SORT	LERIDA	SORT	19,2	18,5	17,9
547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	LERIDA	ALGERRÍ	17,6	16,7	16,8
549	CINCA EN BALLOBAR	HUESCA	BALLOBAR	12,8	11,9	12,6
550	GUATIZALEMA EN E. VADIELLO	HUESCA	LOPORZANO	18,2	17,4	18,1
553	PIEDRA (Jalón) EN E. TRANQUERA	ZARAGOZA	CARENAS	17,5	16,4	17
558	GUADALOPE EN CALANDA	TERUEL	CALANDA	17,3	14,9	17,5
559	MATARRAÑA EN MAELLA	ZARAGOZA	MAELLA	16,5	16,9	15,9
560	CANAL DE BÁRDENAS EN EJEÁ	ZARAGOZA	BIOTA	17,8	14,2	17,3
701	OMECILLO EN ESPEJO	ALAVA	VALDEGOVIA	17,4	16,6	17,2
702	ESCA EN SIGÜES	ZARAGOZA	SIGÜES	15,8	13,6	15,4
704	GÁLLEGO EN ARDISA	ZARAGOZA	ARDISA	16,8	15,7	17,2
705	GARONA EN VALH D'ARAU	LERIDA	ES BORDES	16,3	17,6	16,6
706	MATARRAÑA EN VALDERROBRES	TERUEL	VALDERROBRES	16,4	16	16,6

Tabla 5. Valores de los índices de calidad biológica del agua IPS, IBD y CEE. Relación de los puntos de Referencia procedentes de la red ICA estudiados durante el verano 2003.

Código	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
13	ESERA EN GRAUS	HUESCA	GRAUS	18,1	16,9	17,3
65	IRATI EN LIEDENA	NAVARRA	LIEDENA	13,3	15,1	14,1
106	GUADALOPE EN SANTOLEA	TERUEL	MAS DE LAS MATAS	18,1	17,1	17,9
146	NOGUERA PALLARESA EN LA POBLA DE SEGUR	LERIDA	LA POBLA DE SEGUR	19,7	20	17,7
205	ARAGÓN EN SANGÜESA	NAVARRA	CASEDA	12,7	12,2	12,2
241	NAJERILLA EN BAÑOS	LA RIOJA	ANGUIANO	19,8	20	19,6
517	OJA EN EZCARAY	LA RIOJA	EZCARAY	14,9	17,7	15,6
537	ARBA DE BIEL EN LUNA	ZARAGOZA	LUNA	17,4	15,2	17,7
585	MANUBLES EN MOROS	ZARAGOZA	MORÓS	13,6	14,7	13,7
587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	TERUEL	MAZALEÓN	15,6	13,5	16,8
600	BERGANTES EN FORCAL	CASTELLÓN	FORCALL	17,7	16,2	17,5
616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	HUESCA	FONZ	17	15,6	17,7
623	ALGÁS EN MAS DE BAÑETES	TERUEL	BECEITE	18,5	16,4	18,3
638	SON EN ESTERRI DE ANEU	LLEIDA	ALT ANEU	19,5	19,4	19,4

703	ARBA DE LUESIA EN BIOTA	ZARAGOZA	BIOTA	16,7	14	16,8
818	URROBI EN ERRO	NAVARRA	ERRO	17,6	17,9	17,9

Tabla 6. Valores de los índices de calidad biológica del agua IPS, IBD y CEE. Relación de los puntos de Referencia estudiados durante el verano 2003.

Código	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
56R	VERAL EN BINIES	HUESCA	BINIES	16,4	16,2	17,5
73R	MARCA EN EL PUENTE DE ZUBIRI	NAVARRA	ESTERIBAR	18	17,4	18,1
88R	GÁLLEGO EN BIESCAS	HUESCA	BIESCAS	18,8	19,4	17,7
114R	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	HUESCA	PUENTE DE MONTAÑANA	17,3	17,9	17,2
120R	CINCA EN SALINAS	HUESCA	SALINAS	19	18,9	18,1
121R	CINCA EN LASPUÑA	HUESCA	PUERTOLAS	19,4	19,9	18,9
140R	ALCANADRE EN CURCE CRTRA AINSA	HUESCA	BOLTAÑA	19,1	18,5	17,6
141R	ALCANADRE EN LAS CELLAS	HUESCA	LASCELLAS-PONZANO	19	17,6	18,1
180R	Najerilla Arriba de Anguiand			19,4	20	19,1
228R	MARTIN EN MARTIN DEL RIO	TERUEL	MARTÍN DEL RÍO	17,3	14,4	16,6
270R	ÉSERA EN BENASQUE	HUESCA	BENASQUE	19,6	18,7	17,7
285R	GRAZALEMA EN SIÉTAMO	HUESCA	SIÉTAMO	17,2	16	17,9
396R	TREMA EN TORME	BURGOS	VILLARCAYO	19,5	20	18,3
398R	GUATIZALEMA EN NOZITO	HUESCA	NOZITO	16,5	16,3	17
400R	SUELA EN CALCENA (Ermita de San Roque)	ZARAGOZA	CALCENA	17,4	16	16,6
464R	ALGÁS EN BATEA	TARRAGONA	BATEA	15,1	14,5	14,3

A su vez presentamos en mapas de calidad biológica de la cuenca, donde cada localidad tiene asignado un color en función de su estado según los índices.

En las figuras 5 a 8 presentamos los tres mapas de calidad biológica mediante las diatomeas, uno para cada uno de los índices calculados: IPS, IBD i CEE respectivamente.

Fig. 5.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro según el índice de diatomeas IPS (Índice de Poluosensibilidad específica). Resultados de la campaña del verano 2003.

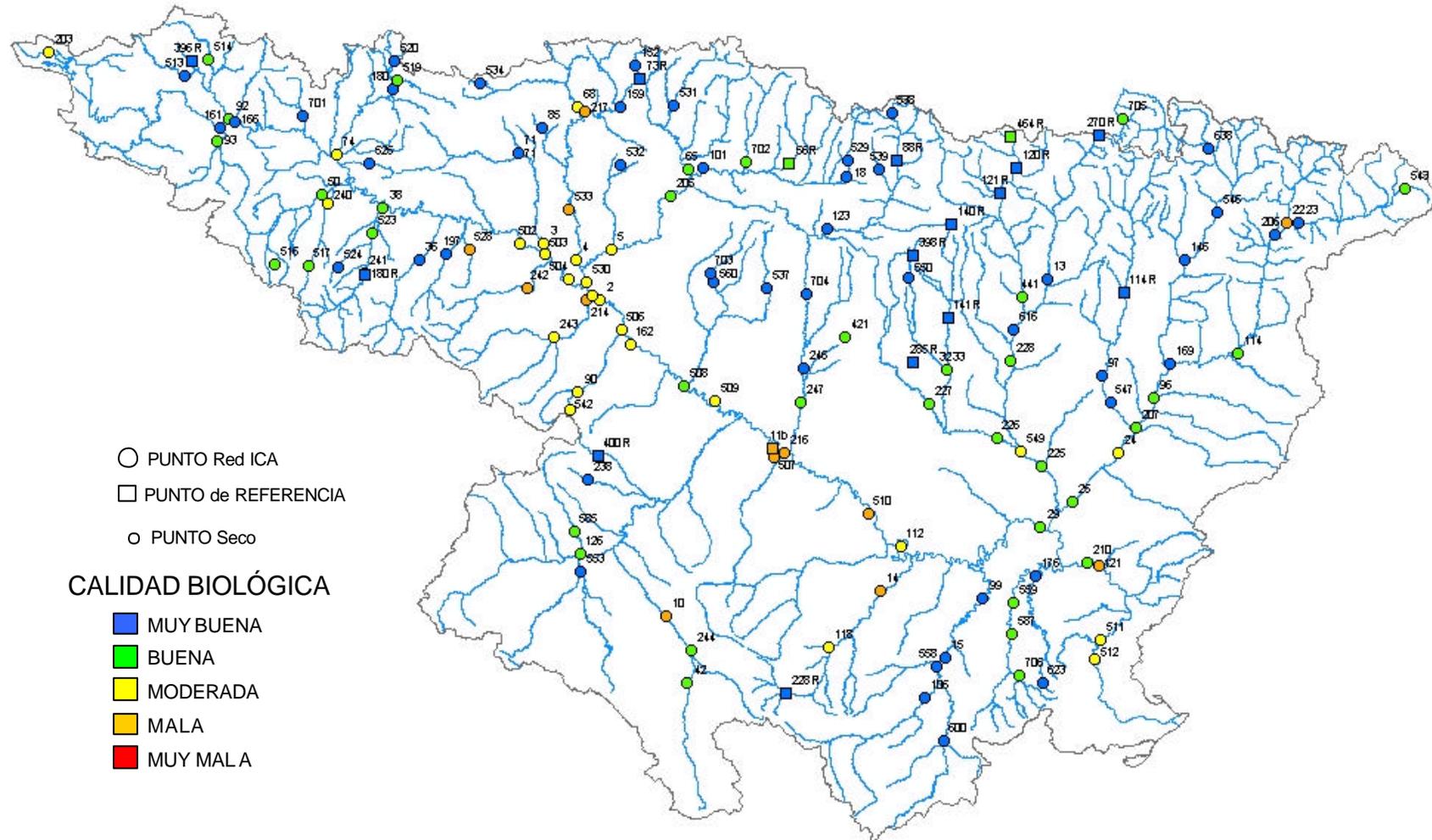


Fig. 6.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro uniendo las categorías del índice IPS (Índice de Poluosensibilidad específica). Los puntos azules reflejan buena calidad del agua mientras que los amarillos reflejan una calidad insuficiente. Resultados de la campaña del verano 2003.

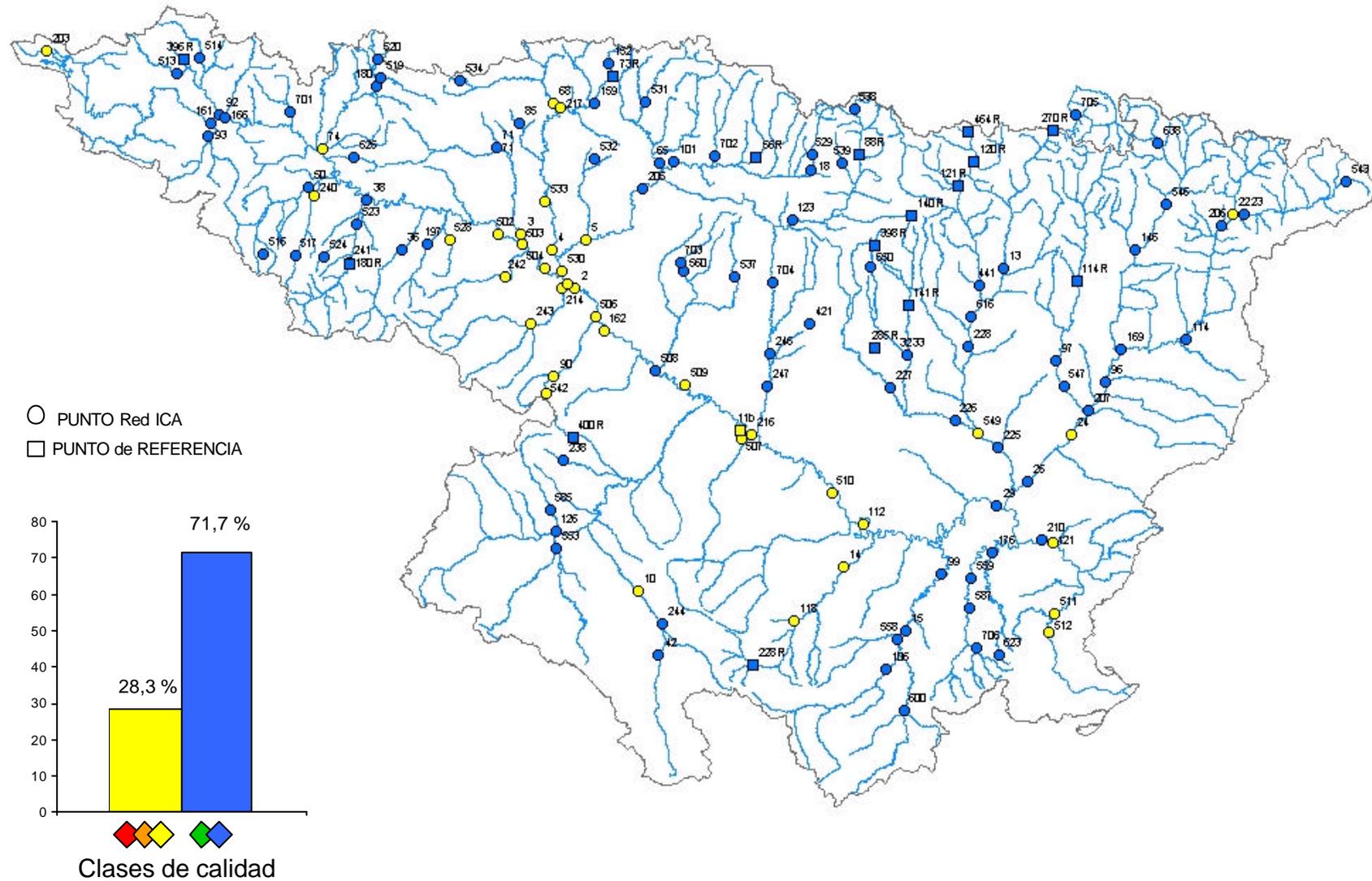


Fig. 7.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro según el índice de diatomeas **IBD** (Índice Biológico Diatomeas). Resultados de la campaña del verano 2003.

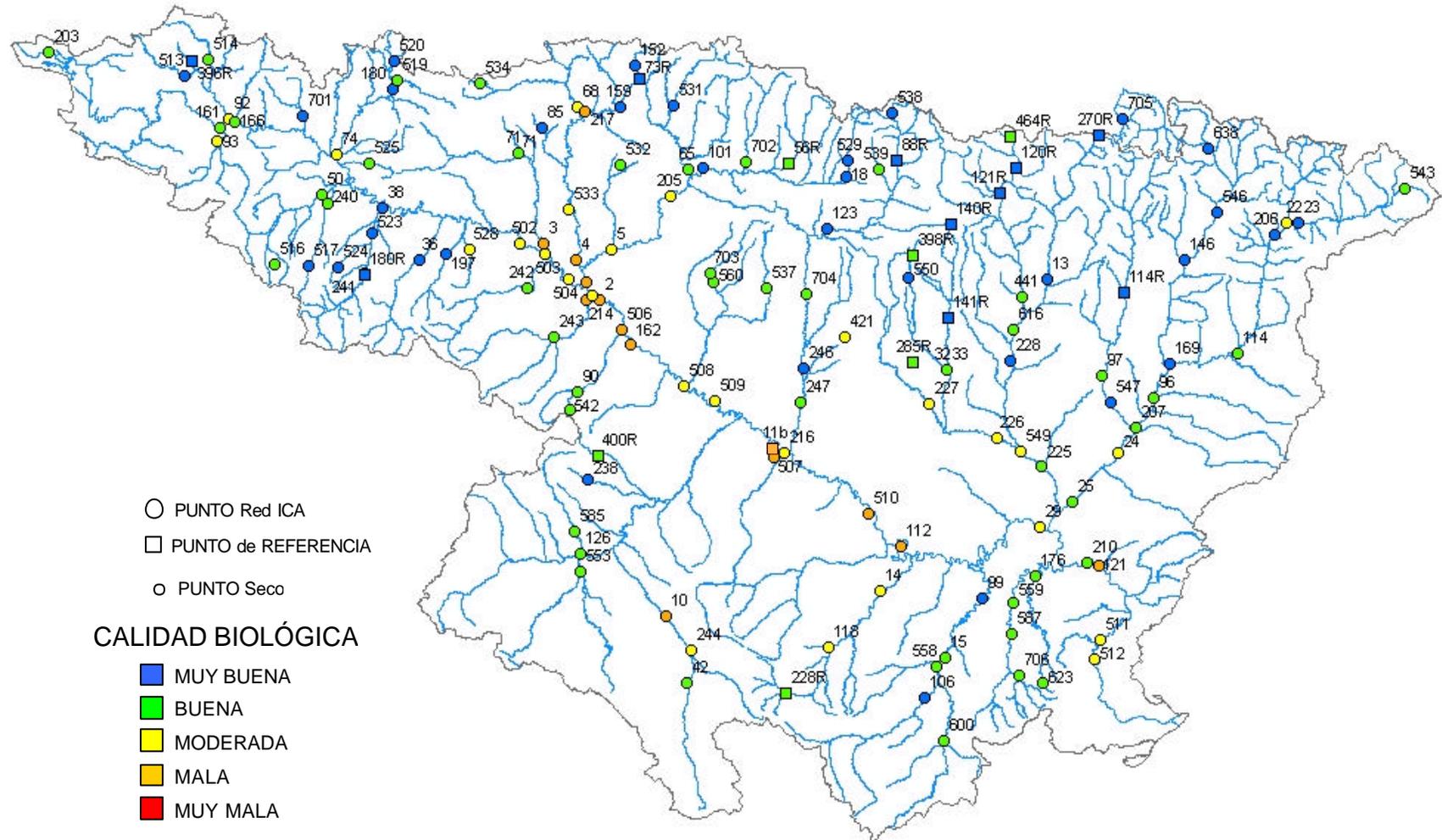
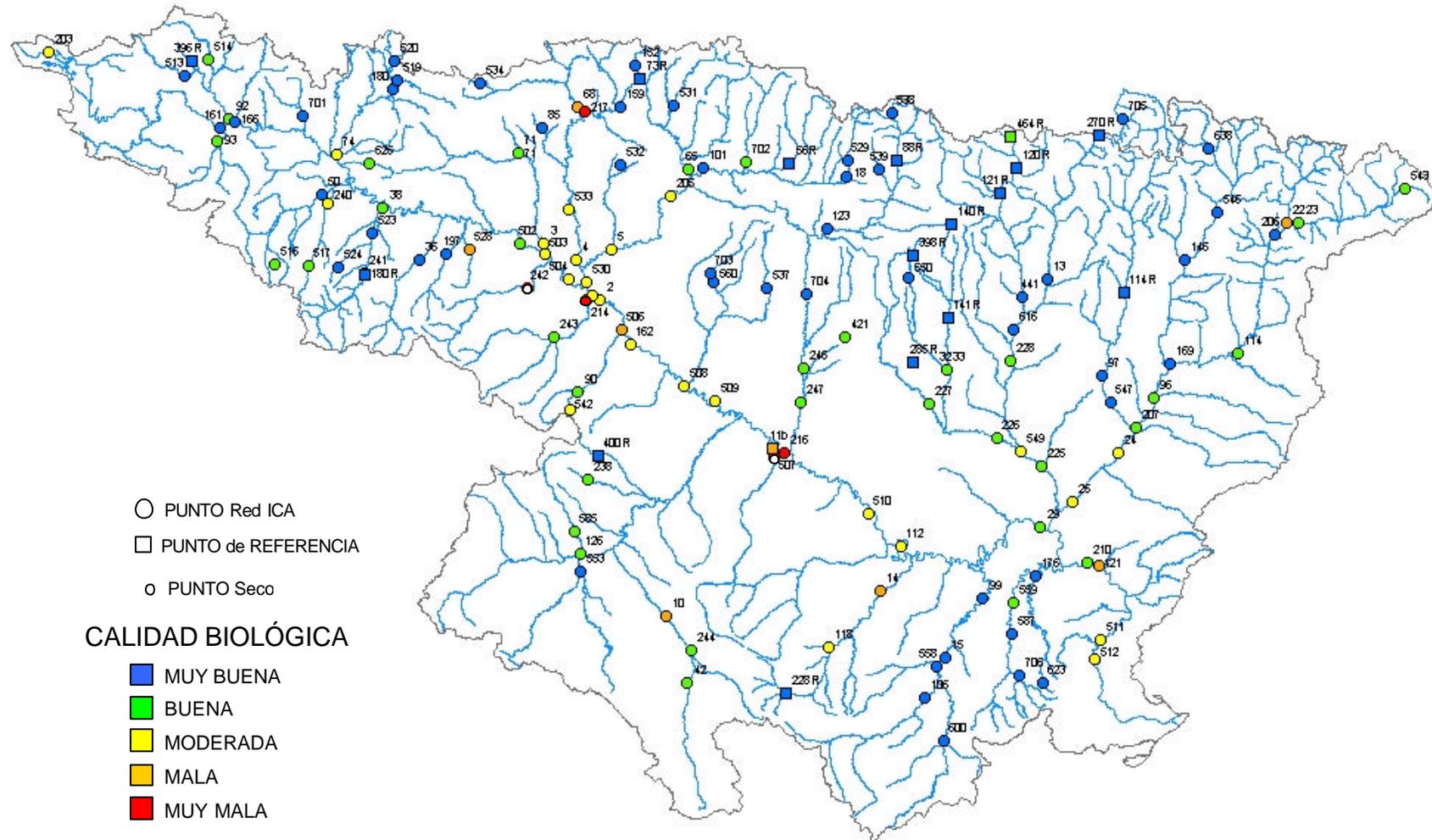


Fig. 8.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro según el índice de diatomeas **CEE**. Resultados de la campaña del verano 2003.



### 5.3 Comparativa de los datos entre los dos años de muestreo

Las distribuciones de las categorías de calidad de ambos años son muy similares para los tres índices aunque en el 2002 la categoría que más localidades agrupaba era la de “Buena”, frente a la de “Muy Buena” del 2003. Se mantiene, pero, la mayor similitud de comportamiento entre el IPS y el CEE, refrendado en ambos años por las correlaciones entre índices, las cuales tienen unas correlaciones casi idénticas en todos los casos.

Estas tendencias se refuerzan al analizar los datos de los dos muestreos juntos. Las correlaciones se mantienen, siendo los el IPS y el CEE los índices que mejor se correlacionan (fig. 9). Las distribuciones de las categorías de calidad siguen los mismos patrones (fig 10) que con los datos por separado: Para el IPS y el CEE son muy parecidos, con las categorías “Muy buena” y “Buena” con la mayor proporción de localidades y un descenso progresivo de las proporciones a medida que se disminuye la categoría de calidad. Continúa siendo el CEE el que más localidades presenta dentro de la peor categoría.

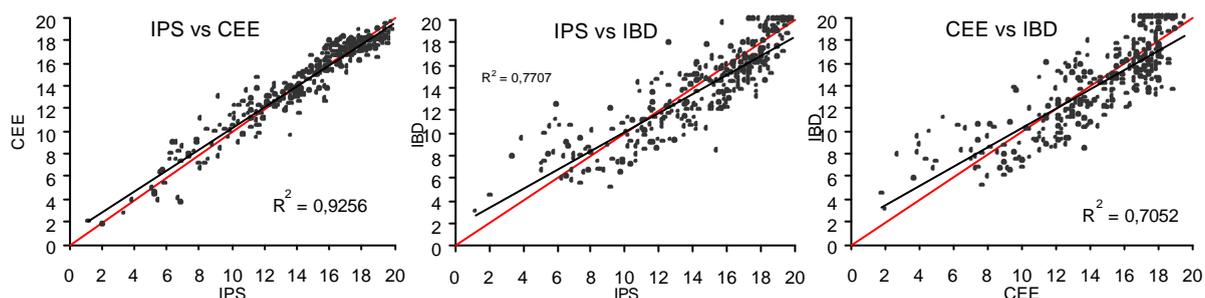


Fig 9. Correlaciones entre los índices IPS, IBD y CEE para el total de 322 puntos estudiados en la cuenca del Ebro los años 2002 y 2003. La línea roja corresponde a la relación 1:1.

Y es el IBD el que tiene un perfil diferente, con una clara localización de puntos en la categoría de calidad “Buena” en detrimento de la de calidad “Muy Buena”, así como mayores porcentajes de localidades valorados en las categorías “Mediocre” y “Mala”.

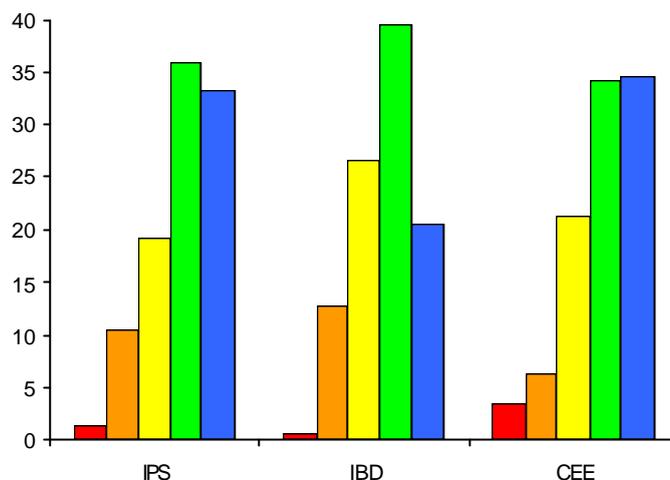


Fig 10. Distribución de las clases de calidad de los índices de calidad del agua IPS, IBD y CEE, porcentaje del total de puntos estudiados en la cuenca del Ebro.

El comportamiento de los índices en lo que respecta al rango de valores sigue de nuevo el patrón explicado para los datos del verano del 2003. Con los datos del verano de 2002 incluso conseguimos un rango mayor de valores, ya que el IPS prácticamente lo cubre por entero: Tiene un máximo de 19,9 en el punto de Benasque del Ésera (270R) y un mínimo de 1,2 en el Huerva en Zaragoza (565). Los otros índices no consiguen cubrir este rango de valores. El CEE suele valorar por debajo del IPS en los ríos de mejor calidad como se observa tanto en la fig 4 como en las correlaciones (Fig 11). Por el contrario el IBD se queda corto al valorar los puntos donde la calidad del agua es mala, y parece tener un límite en torno a 7 que en contadas ocasiones ha superado. Además el IBD en los valores intermedios de calidad, entre 17 y 8, tiende a valorar algunos puntos por debajo de los otros índices, como se observa en las correlaciones (Fig. 9), donde hay mayor cantidad de puntos por debajo de la relación 1:1, tanto con el IPS como con el CEE.

En los dos períodos estudiados se consideró a un total de 44 localidades como potencialmente utilizables como sitios de referencia para la calidad del agua según los índices de diatomeas. De estas 12 fueron estudiadas solo en el 2002 y los resultados ya mostraron que 9 de ellas daban elevadas notas por parte de los tres índices y que por tanto podían ser consideradas como futuras localidades de referencia. En el muestreo de 2003 se analizaron 13 muestras nuevas para ser consideradas como tales, 8 de ellas pertenecientes a la red ICA. Como ya se ha comentado todas ellas dieron muy buenas puntuaciones y también entran en el grupo de localidades utilizables como localidades de referencia.

Finalmente, hay un total de 19 localidades que se han estudiado en ambos años, 9 de ellas de la red ICA. Estas 19 son las más interesantes ya que permite ver si una localidad

potencialmente utilizable como de referencia mantiene su buen estatus a lo largo del tiempo. En general, la mayoría de ellas han mantenido los valores sin grandes variaciones, casi todas en la categoría de “Muy buena” calidad. Este hecho las reafirma como localidades idóneas para ser consideradas como de referencia.

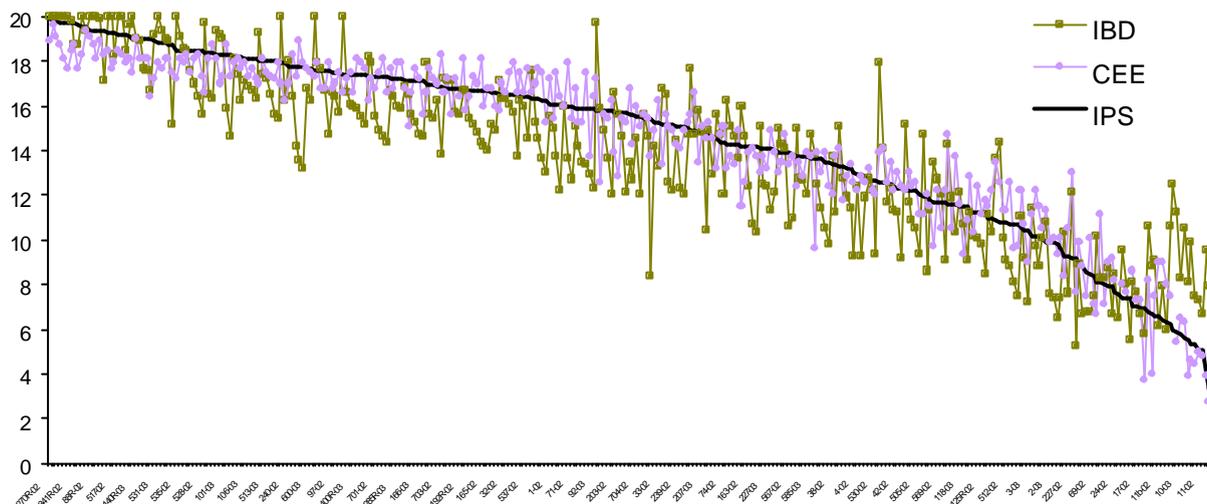


Fig. 11 Perfil de los tres índices utilizados en el total de puntos estudiados los veranos del 2002 y el 2003, ordenados siguiendo el orden decreciente de los valores del IPS.

Sin embargo hay 5 de estas localidades donde la variación de los valores entre los dos años es significativa, superior a 1 punto. Aunque solo en una localidad esa variación implica que en uno de los años el punto sea valorado como “Mediocre”, y por tanto no puede ser utilizada como de referencia. Es el punto 205, el Aragón en Sangüesa, ya comentado anteriormente. Los otros 4 puntos, de los que cabe destacar pertenecen 3 a la red ICA, 2 incrementan el valor Noguera Pallaresa en la Pobla de Segur (ICA 146) y Grazales en Siétamo (285 R) y otros dos lo disminuyen Irati en Liedena (ICA 65) y Oja en Ezcaray (ICA 517). Pero siempre se mantienen en las categorías de “Buena” y “Muy buena calidad, y podríamos incluirlas en el grupo de localidades potenciales. Aunque la variación de valores es un factor contrario, ya que una localidad de referencia debe mantener un valor más o menos constante en el tiempo, indicativo de ausencia total de perturbaciones.

Tabla 7. Valores de los Puntos considerados de Referencia de ambos años de estudio.

Código	Nombre	Provincia	Municipio	2002			2003		
				IPS	IBD	CEE	IPS	IBD	CEE
13	ESERA EN GRAUS	HUESCA	GRAUS	17,6	17,7	16,8	18,1	16,9	17,3
65	IRATI EN LIEDENA	NAVARRA	LIEDENA	17	15,4	17,2	13,3	15,1	14,1
106	GUADALOPE EN SANTOLEA	TERUEL	MAS DE LAS MATAS	18,5	17	18,1	18,1	17,1	17,9
146	NOGUERA PALLARESA EN LA POBLA DE SEGUR	LERIDA	LA POBLA DE SEGUR	15,8	15,9	12,6	19,7	20	17,7
205	ARAGÓN EN SANGÜESA	NAVARRA	CASEDA	15,4	14,6	15,4	12,7	12,2	12,2
241	NAJERILLA EN BAÑOS	LA RIOJA	ANGUIANO	19,3	20	18,5	19,8	20	19,6
517	OJA EN EZCARAY	LA RIOJA	EZCARAY	19,3	18,3	17,9	14,9	17,7	15,6
537	ARBA DE BIEL EN LUNA	ZARAGOZA	LUNA	16,4	14,5	17,7	17,4	15,2	17,7
703	ARBA DE LUESIA EN BIOTA	ZARAGOZA	BIOTA	16,9	13,8	18,3	16,7	14	16,8
56R	VERAL EN BINIES	HUESCA	BINIES	17,1	16,9	16,8	16,4	16,2	17,5
73R	ARGA EN EL PUENTE DE ZUBIRI	NAVARRA	ESTERIBAR	18,5	17,6	17,5	18	17,4	18,1
88R	GÁLLEGO EN BIESCAS	HUESCA	BIESCAS	19,4	20	18,7	18,8	19,4	17,7
120R	CINCA EN SALINAS	HUESCA	SALINAS	18,9	19,2	17,2	19	18,9	18,1
180R	NAJERILLA ARRIBA DE ANGUIAND			19,2	20	18,3	19,4	20	19,1
270R	ESERA EN BENASQUE	HUESCA	BENASQUE	19,9	20	18,9	19,6	18,7	17,7
285R	GRAZALEMA EN SIÉTAMO	HUESCA	SIÉTAMO	15,3	14,2	14,9	17,2	16	17,9
396R	TREMA EN TORME	BURGOS	VILLARCAYO	19,3	20	17,7	19,5	20	18,3
398R	GUATIZALEMA EN NOZITO	HUESCA	NOZITO	16,2	13,6	17,5	16,5	16,3	17
400R	SUELA EN CALCENA (Ermita de San Roque)	ZARAGOZA	CALCENA	17,9	16,2	16,2	17,4	16	16,6
585	MANUBLES EN MOROS	ZARAGOZA	MOROS				13,6	14,7	13,7
587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	TERUEL	MAZALEÓN				15,6	13,5	16,8
600	BERGANTES EN FORCAL	CASTELLÓN	FORCALL				17,7	16,2	17,5
616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	HUESCA	FONZ				17	15,6	17,7
623	ALGÁS EN MAS DE BAÑETES	TERUEL	BECEITE				18,5	16,4	18,3
638	SON EN ESTERRI DE ANEU	LLEIDA	ALT ANEU				19,5	19,4	19,4
818	JRROBI EN ERRO	NAVARRA	ERRO				17,6	17,9	17,9
114R	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	HUESCA	PUENTE DE MONTAÑANA				17,3	17,9	17,2
121R	CINCA EN LASPUÑA	HUESCA	PUERTOLAS				19,4	19,9	18,9
140R	ALCANADRE EN CURCE CRTRA AINSA	HUESCA	BOLTAÑA				19,1	18,5	17,6
141R	ALCANADRE EN LAS CELLAS	HUESCA	LASCCELLAS-PONZANO				19	17,6	18,1
228R	MARTIN EN MARTIN DEL RIO	TERUEL	MARTÍN DEL RÍO				17,3	14,4	16,6
464R	ALGÁS EN BATEA	TARRAGONA	BATEA				15,1	14,5	14,3
50R	ARAGON EN MURILLO	NAVARRA	EL FRUTO	12,6	14,1	14,1			
89R	GÁLLEGO EN EMBALSE DE SABIÑANIGO	HUESCA		17,1	15,3	17,7			
102R	SEGRE BALAGUER	LERIDA	BALAGUER	18	19,3	17			
124R	CINCA EN MONZÓN	HUESCA	MONZÓN	15,4	15,6	15,6			
125R	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	HUESCA	ALBALATE DE CINCA	11,2	8,5	11,8			
192R	ALHAMA EN VENTAS DEL BAÑO	LA RIOJA	CERVERA DEL RIO ALHAMA	16,7	16,7	18,1			
225R	AGUAS VIVAS EN BLESA	HUESCA	BIESCAS	16,9	16,2	17			
234R	GUADALOPE EN ALIAGA	LERIDA	CORBINS	13,6	12,5	13,9			
341R	RUDRÓN EN VALDELAJEJA	BURGOS	VALDELAJEJA	19,7	19,8	18,5			
393R	ERRO EN SOROGAIN	NAVARRA	SOROGAIN	19,8	20	19,1			
418R	BARROSA EN FRONTERA	HUESCA	BIELSA	19,7	20	18,7			
448R	VERAL EN ZURIZA	HUESCA	ZURIZA	16,8	17,1	17,2			

Un total de 126 puntos han sido muestreados en ambos años y permite una sencilla comparación de datos para evaluar los cambios interanuales. En el 40 % de estos puntos los resultados de los índices han variado significativamente entre los dos periodos, con

una variación superior a 2 puntos, hecho que en la mayoría de ellos ha significado un cambio de categoría de calidad biológica. El sentido del cambio ha sido en las dos direcciones prácticamente por igual, es decir, la misma cantidad de puntos han variado a peor que a mejor. Los puntos con las diferencias más elevadas se muestran en la tabla 8.

Esta elevada proporción de localidades con variaciones muestra una importante variabilidad interanual que debe ser seguida para evaluar sus causas, ya que estas pueden ser debido a perturbaciones de la calidad del agua o bien a variaciones naturales de esta, especialmente en los puntos de buena calidad.

Tabla 8. Relación de localidades con mayores diferencias de valores del IPS entre los años 2003 y 2002.

ICA	Nombre	Provincia	Municipio	IPS 2003	IPS 2002
225	CLAMOR AMARGA EN ZADIN	HUESCA	ZADIN	13,9	5,6
29	EBRO EN MEQUINENZA	ZARAGOZA	MEQUINENZA	13,7	7,4
247	GÁLLEGO EN VILLANUEVA	ZARAGOZA	SAN MATEO DE GÁLLEGO	13,7	8,1
227	FLUMEN EN SARIÑENA	HUESCA	SARIÑENA	14,1	9,2
216	HUERVA EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	6,7	2,1
99	GUADALOPE EN E. CASPE	ZARAGOZA	CASPE	18	13,9
68	ARAQUIL EN ASIAIN	NAVARRA	OLZA	9,3	13,2
4	ARGA EN FUNES	NAVARRA	FUNES	8,8	13
517	OJA EN EZCARAY	LA RIOJA	EZCARAY	14,9	19,3
542	AGRAMONTE EN AGRAMONTE (AYO.)	ZARAGOZA	S. MARTIN DE LA VIRGEN DEL MONCAYO	11,7	16,7
242	CIDACOS EN AUTOL	LA RIOJA	AUTOL	6	11,2
240	OJA EN CASTAÑARES	LA RIOJA	CASTAÑARES DE RIOJA	11,9	17,8
22	VALIRA EN LA SEU D'URGELL	LERIDA	LA SEU D'URGELL	5,9	13,6
10	JILOCA EN DAROCA	ZARAGOZA	DAROCA	5,8	14,1
214	ALHAMA EN ALFARO	LA RIOJA	ALFARO	5,1	14,2
528	JUBERA EN MURILLO DE RIO LEZA	LA RIOJA	LAGUNILLA DEL JUBERA	6,8	18,5

## 6. Conclusiones

1. Este segundo estudio de las diatomeas bentónicas de la cuenca del Ebro reafirma a estos organismos como buenos indicadores de la calidad biológica de los ríos de la cuenca, así como proponemos el índice IPS como el mejor de los índices europeos existentes a aplicar en la cuenca del Ebro.
2. El registro de especies de diatomeas bentónicas descritas en la cuenca del Ebro se ha incrementado notablemente con este nuevo muestreo, alcanzando un total de 433 taxones. El número notable de taxones nuevos descritos con un solo muestreo, y pese a que numerosas localidades eran repetidas, indica la necesidad de continuar con este trabajo de descripción florística en la cuenca para conseguir una lista lo más completa posible.
3. El balance de calidad biológica de los ríos de la cuenca continua siendo positivo. En las localidades estudiadas en el verano del 2003 el 71 % de estas han sido valoradas dentro de las categorías de **‘Muy Buena’** y **‘Buena’**, y que superarían los requisitos establecidos por la Directiva Marco del Agua. La proporción de localidades aceptables y no aceptables se mantiene entre ambos años prácticamente igual, así como su distribución en la cuenca.
4. Este segundo año se han reducido los puntos de mala calidad del agua muestreados. Sería recomendable muestrear en diferentes ríos que estén en mal estado para conseguir una base de datos más amplia de los taxones que ahí se desarrollan para conocerlos en profundidad, aunque la tendencia es que estos puntos tiendan a desaparecer por la recuperación de la calidad de los ríos, es importante conocer bien esos taxones.
5. Las localidades propuestas de referencia han sido valoradas con elevadas puntuaciones por parte de los tres índices y pueden ser considerados verdaderamente como puntos de referencia potenciales en lo que respecta a las diatomeas, a excepción de un punto (ICA 205). De aquellas localidades estudiadas ambos años, se han de descartar las que han variado de puntuación, ya que una localidad de referencia debe mantener su calidad a lo largo del tiempo.
6. La comparación de los datos entre los dos años muestra variabilidad interanual de las comunidades de diatomeas en algunas localidades que se refleja en los resultados de los índices. Para saber si esos cambios son puntuales, y por tanto son debidos a perturbaciones temporales de la calidad del agua del río, o bien son permanentes, es necesario un seguimiento en el tiempo más prolongado. Para ello es conveniente mantener una red de localidades de control fijo a lo largo del tiempo.

## 7. Bibliografía

- Aboal, M., Álvarez-Cobelas, M., Ector, L. & Cambra, J. (en prensa). Freshwater diatoms from Peninsula Iberica (Spain, Portugal, Canarias, Baleares). Distribution and updated taxonomy. *Diatom Monographs*. 4. Verlag K.G. Vaduz.
- CEN (2001). Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. Committee on European Normalization. CEN/TC 230. 12 pp.
- CEN (2002). Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard. CEN/TC 230 prEN 13946. Committee on European Normalization. 14 pp.
- Coring, E. 1997. Situation and developments of algal (diatom)-based techniques for monitoring rivers in Germany. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 122-127. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Dell'Uomo A. 1997. Use of algae for monitoring rivers in Italy: current situation and perspectives. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 17-25. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Eloranta, P. (1999). Applications of diatoms indices in Finnish rivers. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 138-144. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Eloranta, P. & K. Andersson (1998). Diatom indices in water quality monitoring of some South-Finnish rivers. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 26: 1213-1215.
- Kelly, M.G. & B.A. Whitton (1995). The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. Appl. Phycol.* 7: 433-444.
- Kelly, M.G., C. J. Penny & B.A. Whitton (1995). Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiologia* 302: 179-188.
- Kelly, M.G., A. Cazaubon, E. Coring, A. Dell'Uomo, L. Ector, B. Goldsmith, H. Guasch, J. Hürliemann, A. Jarlman, B. Kawecka, J. Kwandrans, R. Laugaste, E.-A. Lindstrøm, M. Leitao, P. Marvan, J. Padišák, E. Pipp, J. Prygiel, E. Rott, S. Sabater, H. van Dam & J. Vizinet (1998). Recommendations for routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10: 215-224.
- Kwandrans, J., P. Eloranta, B. Kawecka & K. Wojtan (1997). Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 154-165. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Lafont M., M. Coste, JG. Wasson & B. Faessel (1988). Comparison de quatre indices biologiques pour apprécier l'impact de la pollution dans des cours d'eau français. *Nat. can. (Rev. Ecol. Plant.)* 115: 77-87.

- Lange-Bertalot, H. (1979). Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia* 64: 285-304.
- Lecointe, C., M. Coste & J. Prygiel (1993). "OMNIDIA": A software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.
- Lecointe C., M. Coste, J. Prygiel & L. Ector (1999). Le logiciel OMNIDIA version 2, une puissante base de données pour les inventaires de diatomées et pour le calcul des indices diatomiques européens. *Cryptogamie, Algol.* 20:132-134.
- Leclercq L, & B. Maquet (1987). Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénotiques et diatomiques. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, doc. trav. 28.113 pp.
- Lenoir, A. & Coste, M. (1996). Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In: Whitton, B.A., Rott, E. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers II*, pp. 29-43. Rott, E. Institut für Botanik, Universität Innsbruck.
- Merino, V., J. García & M. Hernández-Mariné (1994). Use of diatoms for pollution monitoring in the Valira Basin (Andorra). *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Diatom Symposium*, 107-119.
- Muñoz, I. & N. Prat (1994). A comparison between different biological water quality indexes in the Llobregat Basin (NE Spain). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1945-1949.
- Prygiel, J. (1994). Comparaison de six indices diatomiques et deux indices invertébrés pour l'estimation de la qualité de l'eau de la Rivière Sensée (France). *Ecologia Mediterránea* 20: 121-133.
- Prygiel, J. & M. Coste (1999). Progress in the use of diatoms for monitoring rivers in France. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 138-144. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Prygiel, J., L. Lévêque & R. Iserentant (1996). Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. *Rev. Sci. Eau* 1: 97-113.
- Prygiel, J., M. Coste & J. Bukowska (1999). Review of the major diatom-based techniques for the quality assessment of rivers - State of the art in Europe. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 138-144. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Steinberg C. & S. Schiefele (1988). Biological indication of trophy and pollution of running waters. *Z. Wasser-Abwasser-Forsch.* 21: 227-234.
- Van Dam, H., A. Mertens & J. Sinkeldam (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.

Van de Vijver B & L. Beyens (1998). Diatoms and water quality in the Kleine Nete, a belgian lowland stream. *Limnologica* 28: 145-152.